



TESIS - SS09 2304

**PEMODELAN DATA DERET WAKTU DENGAN
SELF EXCITING TRESHOLD AUTOREGRESSIVE
(SETAR) DAN PERUBAHAN STRUKTUR**

FATATI NURYANA
NRP. 1307 201 010

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Brodjol Sutijo U., M.Si
Dr. Suhartono, S.Si, M.Sc

PROGRAM MAGISTER
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2009



THESIS - SS09 2304

**MODELLING TIME SERIES DATA WITH
SELF EXCITING TRESHOLD AUTOREGRESSIVE
(SETAR) AND STRUCTURAL CHANGE**

FATATI NURYANA
NRP : 1307 201 010

SUPERVISOR
Dr. Brojol Sutijo, U, M.Si
Dr. Suhartono, S.Si, M.Sc

PROGRAM OF MAGISTER
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
INSTITUT OF TECHNOLOGY SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2009

PEMODELAN DATA DERET WAKTU DENGAN *SELF EXCITING TRESHOLD AUTOREGRESSIVE (SETAR)* DAN PERUBAHAN STRUKTUR

ABSTRAK

Data deret waktu yang mengalami pergeseran mean dapat ditangkap melalui dua model yaitu dengan model nonlinier SETAR dan Perubahan Struktur. Prosedur pembentukan model SETAR dan Perubahan Struktur diawali dengan uji stasioneritas dan nonlinieritas. Parameter *delay* dan *threshold* pada model SETAR serta banyaknya *break* Perubahan Struktur ditentukan dengan kriteria minimum BIC. Penaksiran parameter ϕ dan θ untuk kedua model melalui metode *Ordinary Least Square* yang diperoleh dengan melakukan regresi *stepwise* dan regresi *dummy* terhadap parameter yang signifikan berdasarkan kriteria *dummy* yang berbeda. Dari hasil kajian simulasi menunjukkan bahwa kelebihan model SETAR adalah dapat menganalisis perubahan *regime* yang asimetris dan menangkap lompatan yang tidak dapat ditangkap oleh model deret waktu linier, sedangkan model Perubahan Struktur dapat menangkap nilai parameter yang berubah-ubah dalam periode tertentu. Akan tetapi apabila pembangkitan parameter dilakukan dekat dengan 0 pada model SETAR, akan menyebabkan data tidak terdeteksi sebagai nonlinier akibatnya peramalan dengan SETAR tidak sesuai dengan rancangan, sedangkan kelemahan model Perubahan Struktur apabila pembangkitan titik *break* diberikan kurang dari 10% dari jumlah data menyebabkan tidak tepatnya Minimum BIC membaca titik *break*. Model-model SETAR belum tentu dapat dianalisis dengan Perubahan Struktur, akan tetapi model Perubahan Struktur dapat dianalisis dengan SETAR. Pada data bulanan inflasi Surabaya periode Januari 1989 sampai dengan Desember 1998, model terbaik SETAR adalah SETAR dengan 1 *threshold* atau dua *regime* (2;0,[1,4,5,6,8,10,12]), model terbaik ARIMA adalah ARIMA ([0,1,3,5,6,8],0,0) dan model terbaik Perubahan Struktur adalah Perubahan Struktur dengan 2 *break* atau 3 segmen (3;0,[1,3],[1,3,5,6,8]). Hasil ramalan *in sample* maupun *out sample* menunjukkan bahwa model SETAR memberikan nilai MSE dan RMSE yang paling kecil diantara model yang lain, sehingga model SETAR adalah model terbaik untuk kasus data inflasi Surabaya.

Kata-kata kunci : SETAR, Perubahan Struktur, Nonlinier, Inflasi.

MODELLING TIME SERIES DATA WITH SELF EXCITING TRESHOLD AUTOREGRESSIVE (SETAR) AND STRUCTURAL CHANGE

Name : Fatati Nuryana
NRP : 1307201010
Supervisor : Dr. Brojol Sutijo. U, M.Si
Co- Supervisor : Dr. Suhartono, S.Si, M.Sc

ABSTRACT

Time series data with mean shift can be caught through two models that is nonlinier SETAR and Structural Change. Modelling procedure of SETAR and Structural Change are started with stasionerity and nonlinierity test. Delay parameter and treshhold at SETAR and how many break at Structural Change is determined with a minimum BIC criterion. Estimating of parameter ϕ dan θ for both models through method Ordinary Least Square obtained by stepwise regression and dummy regression to parameter which are significant based on different criterion of dummy. From simulation study results indicates that SETAR model can analyse change of regime which is unsimmetrical and catches jumping movement which cannot be caught by linear time series model, while Structural Change can catch fickle parameter value in specified period. However if parameter simulated close to 0 at SETAR, will cause data is not detected as nonlinier therefore forecasting with SETAR will be unmatched to planning, while weakness of Structural Change is if we simulating break point less than 10% from data, it causes not precisely Minimum BIC to read break point. Models SETAR is not guaranted can be analysed with Structural Change, however model Structural Change can be analysed with SETAR. At monthly inflation data Surabaya period January 1989 up to December 1998, best model of SETAR is SETAR with 1 treshold or two regime (2;0,[1,4,5,6,8,10,12]), best model for ARIMA is ARIMA ([0,1,3,5,6,8],0,0) and best model for Structural Change is Structural Change with 2 break or 3 segment (3;0,[1,3],[1,3,5,6,8]). Result of in sample and out sample forecasts indicates that SETAR model gives smallest MSE and RMSE value. Therefore SETAR model is the best model in modelling inflation data Surabaya.

Keywords : SETAR, Structural Change, Nonlinear, Inflation.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini akan dikaji mengenai definisi dan sifat data deret waktu nonlinier, model matematik serta pemodelan *Self Exiting Threshold Autoregression*, selanjutnya disebut SETAR dan Perubahan Struktur. Sifat nonlinier diidentifikasi melalui uji nonlinieritas Terasvirta. Model matematik dan pemodelan SETAR merujuk pada penelitian yang dikembangkan oleh Tong (1990). Sedangkan Model matematik dan pemodelan Perubahan Struktur mengacu pada penelitian yang dilakukan Chow (1960).

2.1. Model Deret Waktu NonLinier

Stokastik murni pada data deret waktu Z_t dapat dikatakan linier apabila memenuhi :

$$Z_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \psi_i a_{t-i} \quad (2.1)$$

dengan Z_t : data deret waktu dengan $t = 1, 2, \dots T$

μ : mean

ψ_i : koefisien parameter dengan $\psi_0 = 1$

a_t : residual yang memenuhi $a_t \sim N(0, \sigma_a^2)$

Jika $\sum_{i=0}^{\infty} \psi_i^2 < \infty$, maka proses dikatakan linier. Sebuah proses stokastik yang tidak mengikuti persamaan (2.1) dikatakan nonlinier. (Tsay, 2005).

2.2. Uji Nonlinieritas Terasvirta Pada Data Deret Waktu

Uji nonlinieritas dilakukan untuk mendeteksi adanya hubungan nonlinier pada data. Beberapa uji untuk mendeteksi hubungan nonlinier meliputi uji parametrik dan nonparametrik. Uji parametrik antara lain uji Terasvirta (Terasvirta dan Granger, 1993), uji RESET (Ramsey, 1969), uji Tsay, uji *Lagrange Multiplier* dan uji *likelihood* rasio sedangkan uji nonparametrik

meliputi uji statistik Ljung-Box kuadrat residual dan uji *Bispectral*. Dalam penelitian ini uji nonlinieritas yang akan digunakan adalah uji Terasvirta.

Granger dan Terasvirta (1993) menjelaskan bahwa ada tiga tahapan strategi pemodelan yang banyak dilakukan pada kelompok model deret waktu nonlinier. Secara ringkas tahapan tersebut adalah :

- 1) Uji linieritas terhadap Z_t . Banyak kemungkinan bentuk dari nonlinieritas, dan sampai saat ini tidak ada satu tes yang mampu melakukan semua kemungkinan nonlinier tersebut, sehingga beberapa tes mungkin diperlukan.
- 2) Jika linieritas ditolak, gunakan beberapa alternatif model parametrik nonlinier dan/ atau model-model nonparametrik. Dalam hal ini, hasil uji linieritas juga mungkin memberikan petunjuk tentang model nonlinier yang sebaiknya digunakan.
- 3) Model-model tersebut selanjutnya diestimasi dalam sampel (*in-sample*) dan dibandingkan pada data validasi (*out-of-sample*). Sifat-sifat dari model taksiran harus diselidiki dan divalidasi. Jika suatu model tunggal terbaik yang dibutuhkan, maka model yang memberikan hasil *out-of-sample* terbaik yang dipilih, dan kemudian lakukan estimasi kembali pada semua data yang ada.

Uji Terasvirta adalah uji deteksi nonlinieritas yang dikembangkan dari model neural network dan termasuk dalam kelompok uji tipe *Lagrange Multiplier* (LM). Secara lengkap teori berkaitan dengan uji Terasvirta ini dapat dilihat di Terasvirta dkk (1993) dan Suhartono (2007). Uji Terasvirta ini adalah uji tipe *Lagrange Multiplier* yang dikembangkan dengan ekspansi Taylor. Dalam Uji Terasvirta ini, m prediktor tambahan yang digunakan adalah suku kuadratik dan kubik yang merupakan hasil dari pendekatan ekspansi Taylor.

Uji linieritas Terasvirta yang diperkenalkan oleh Terasvirta dkk.(1993), dapat dilakukan melalui dua statistik uji, yaitu uji χ^2 atau uji F . Prosedur untuk mendapatkan uji χ^2 adalah sebagai berikut :

- 1) Meregresikan Z_t pada $1, Z_{t-1}, \dots, Z_{t-p}$ dan menghitung nilai-nilai residual

$$\hat{a}_t = Z_t - \hat{Z}_t, \quad (2.2)$$

- 2) Meregresikan \hat{a}_t pada $1, Z_{t-1}, \dots, Z_{t-p}$ dan m prediktor tambahan, kemudian menghitung koefisien determinasi dari regresi ini, yaitu R^2 . Dalam uji ini, m prediktor tambahan adalah suku kuadrat dan kubik yang merupakan hasil pendekatan ekspansi Taylor.
- 3) Menghitung $\chi^2 = nR^2$, dengan n adalah banyaknya pengamatan yang digunakan.

Dibawah hipotesis linieritas, χ^2 mendekati distribusi $\chi^2(m)$, dengan m adalah banyaknya prediktor tambahan. Kajian teoritis berkaitan dengan pendekatan asimtotis $nR^2 \xrightarrow{d} \chi^2$ dapat dilihat pada White (1989c).

Sedangkan prosedur uji F untuk uji linieritas tipe LM adalah sebagai berikut :

- 1) Meregresikan Z_t pada $1, Z_{t-1}, \dots, Z_{t-p}$ dan menghitung nilai-nilai residual \hat{u}_t dan menghitung jumlah kuadrat residual

$$SSR_0 = \sum \hat{a}_t^2. \quad (2.3)$$

- 2) Meregresikan \hat{a}_t pada $1, Z_{t-1}, \dots, Z_{t-p}$ dan m prediktor tambahan (sebagaimana prosedur sebelumnya), dan menghitung residual $\hat{v}_t = \hat{a}_t - \hat{\hat{a}}_t$ dan jumlah kuadrat residual $SSR_1 = \sum \hat{v}_t^2$. (m dan prediktor-prediktor yang terlibat bervariasi untuk suatu uji dengan uji yang lain)
- 3) Menghitung nilai uji F , yaitu

$$F = \frac{(\text{SSR}_0 - \text{SSR}_1) / m}{(\text{SSR}_1) / (n - p - 1 - m)} \quad (2.4)$$

dengan n : jumlah pengamatan yang digunakan

Di bawah hipotesis linieritas, nilai uji F ini mendekati distribusi F dengan derajat bebas m dan $(n - p - 1 - m)$. Penggunaan dari uji F menggantikan uji χ^2 ini didasarkan oleh rekomendasi dari teori asimtotis dalam sampel kecil, yaitu karena uji ini mempunyai sifat-sifat kuasa dan ukuran yang baik (Harvey, 1990).

2.3. Model *Threshold Autoregression* (TAR)

Model *Threshold Autoregression* pertama kali diusulkan oleh Tong (1983, 1990). Model ini dimotivasi oleh beberapa karakteristik nonlinier yang biasa ditemukan dalam praktek seperti adanya asimetri dalam pola turun dan naik suatu proses. Model ini menggunakan model linier untuk memperoleh pendekatan persamaan mean bersyarat yang lebih baik, akan tetapi model ini berlawanan dengan model linier tradisional yang memperbolehkan adanya perubahan model pada jangka waktu tertentu. TAR menggunakan *threshold* untuk meningkatkan pendekatan liniernya.

Model TAR dapat dituliskan sebagai:

$$Z_t = \theta_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i Z_{t-i} + \left(\alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i Z_{t-i} \right) I \left(\frac{Z_{t-d} - \tau}{\delta} \right) + a_t \quad (2.5)$$

dengan

- Z_t : data deret waktu ($t = 1, 2, \dots, T$)
- θ_0 : konstanta
- ϕ_i : koefisien parameter AR ke- i
- α_0 : konstanta untuk fungsi indikator
- α_i : koefisien parameter AR ke- i untuk fungsi indikator
- d : parameter *delay* (integer positif)
- τ : parameter lokasi
- δ : parameter skala
- $I(\cdot)$: parameter penghalus atau fungsi indikator.
- a_t : residual pada *regime*

2.4. Model *Self Exiting Threshold Autoregression* (SETAR)

Model SETAR merupakan pengembangan dari model TAR, yaitu apabila ada satu atau beberapa nilai *lag* dari variabel *threshold* pada model TAR (misalkan Z_{t-i} dengan $i=1,2,\dots,p$) yang dijadikan sebagai variabel dependen pada sebuah regresi AR. Pada bagian ini akan diberikan model matematis SETAR dengan m *regime*, SETAR dengan dua *regime* dan contoh perhitungan sederhana cara

mendapatkan estimasi data SETAR untuk memberikan gambaran model SETAR secara jelas.

2.4.1. Model SETAR dengan m regime $(m, p_1, p_2, \dots, p_m)$

Model SETAR ditentukan oleh jumlah *regime* (m), order *autoregressive* (p), parameter *delay* dan variabel *threshol*d. Cara penulisan model SETAR dengan m regime, dengan *regime* pertama mengikuti $AR(p_1)$, *regime* kedua mengikuti $AR(p_2)$, dan seterusnya sampai dengan *regime* ke- m mengikuti $AR(p_m)$ adalah SETAR $(m, p_1, p_2, \dots, p_m)$. Persamaan matematis dari model SETAR didefinisikan sebagai berikut:

$$Z_t = \theta_{0,j} + \sum_{i=1}^{p_j} \phi_{i,j} Z_{t-i} + a_{t,j}, \quad \text{jika } Z_{t-d} \in R_j \quad (2.6)$$

dengan Z_t : deret deret waktu ($t = 1, 2, \dots, T$)

$\theta_{0,j}$: konstanta pada *regime* ke- j ($j = 1, 2, \dots, m$)

$\phi_{i,j}$: koefisien parameter AR ke- i pada *regime* ke- j

p_j : order *autoregressive* pada *regime* ke- j

$a_{t,j}$: residual pada *regime* ke- j ($a_t \sim N(0, \sigma_a^2)$)

d : parameter *delay* (integer positif)

R_j : nilai *threshol*d pada *regime* ke- j

R_j adalah bilangan real $R = \bigcup_{i=1}^k R_i$ dengan $R_1 = (-\infty, r_1)$, $R_i = (r_{i-1}, r_i)$ untuk $i = 2, 3, \dots, (m-1)$ dan $R_m = (r_m, \infty)$. Sehingga *threshol*d dari model ini adalah $-\infty < r_1 < \dots < r_{m-1} < \infty$. Model dengan m regime akan memiliki $m-1$ *threshol*d.

Secara lengkap penjabaran model SETAR $(m, p_1, p_2, \dots, p_m)$ adalah:

$$Z_t = \begin{cases} \theta_{0,1} + \sum_{i=1}^{p_1} \phi_{i,1} Z_{t-i} + a_{t,1}, & \text{jika } Z_{t-d} \leq r_1 \\ \theta_{0,2} + \sum_{i=1}^{p_2} \phi_{i,2} Z_{t-i} + a_{t,2}, & \text{jika } r_1 < Z_{t-d} \leq r_2 \\ \vdots \\ \theta_{0,m} + \sum_{i=1}^{p_m} \phi_{i,m} Z_{t-i} + a_{t,m}, & \text{jika } Z_{t-d} > r_{(m-1)} \end{cases} \quad (2.7)$$

Model dengan m regime diatas memiliki $m-1$ threshold yaitu r_1, r_2, \dots, r_{m-1}

2.4.2. Model SETAR dengan 2 Regime $(2, p_L, p_U)$

Order *autoregressive* pada SETAR dengan dua *regime* dapat dibagi menjadi dua yaitu order *autoregressive regime* bawah (*Lower*) dan order *autoregressive regime* atas (*Upper*) atau L dan U .

Persamaan matematis dari model SETAR $(2, p_L, p_U)$ yang akan dibahas pada penelitian ini dapat dituliskan sebagai berikut:

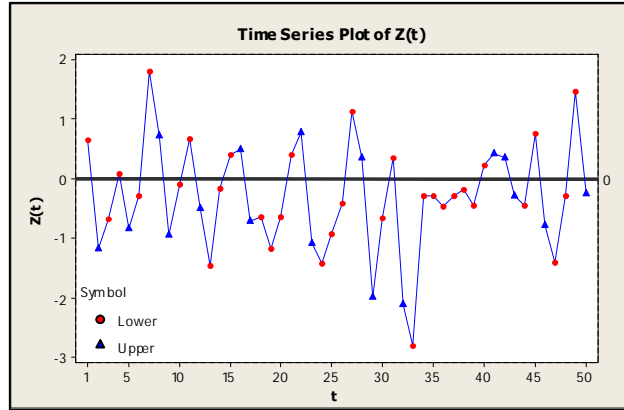
$$Z_t = \begin{cases} \theta_{0,L} + \sum_{i=1}^{p_L} \phi_{i,L} Z_{t-i} + a_{t,L}, & \text{jika } Z_{t-d} \leq r_1 \\ \theta_{0,U} + \sum_{i=1}^{p_U} \phi_{i,U} Z_{t-i} + a_{t,U}, & \text{jika } Z_{t-d} > r_1 \end{cases} \quad (2.8)$$

SETAR $(2, p_L, p_U)$ menunjukkan model SETAR dengan 2 *regime*, *regime* pertama mengikuti model $AR(p_L)$ dan *regime* kedua mengikuti model $AR(p_U)$. Model deret waktu pada persamaan (2.8) dikatakan mengikuti model SETAR $(2, p_L, p_U)$ yaitu SETAR 2 *regime* (*Lower* dan *Upper*); $AR(p_L)$ dan $AR(p_U)$; parameter *delay* d dan *threshold* r_1 .

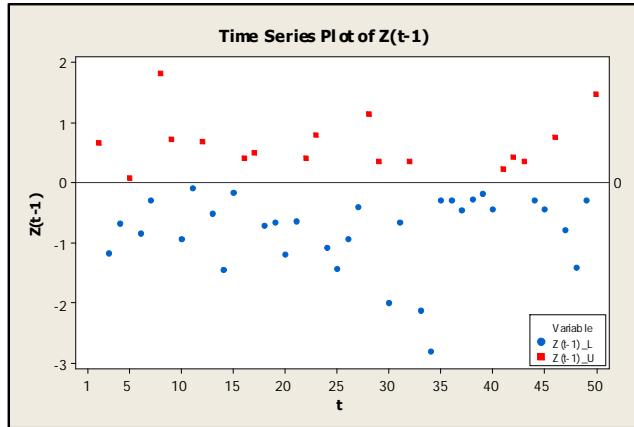
2.4.3. Contoh perhitungan model SETAR

Pemodelan SETAR memungkinkan data dapat berpindah pada tiap waktu. Pandang persamaan matematis model SETAR $(2,1,1)$ tanpa konstanta dengan parameter *delay* ($d=1$) dan nilai *threshold* ($r=0$) sebagai berikut:

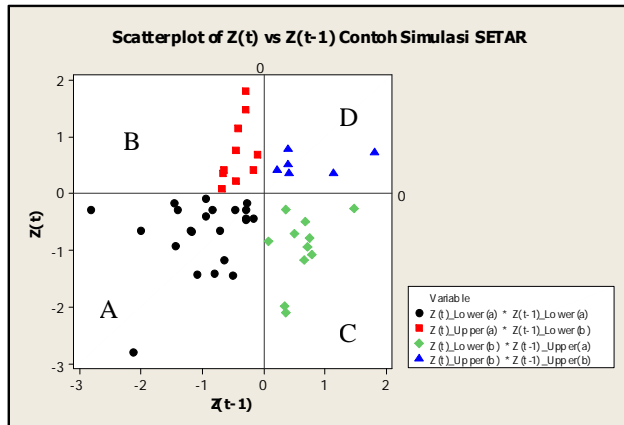
$$Z_t = \begin{cases} 0,5Z_{t-1} + a_{t,L} & \text{jika } Z_{t-1} \leq 0 \\ -0,7Z_{t-1} + a_{t,U} & \text{jika } Z_{t-1} > 0 \end{cases} \quad (2.9)$$



(a) Plot data deret waktu Z_t



(b) Plot data deret waktu Z_{t-1}



(c) Plot Z_t dengan Z_{t-1} regime lower dan upper

Gambar 2.1. Plot data simulasi contoh SETAR

Gambar 2.1 (a) menunjukkan plot data deret waktu dari Z_t yang bisa berpindah tiap saat dari *regime lower* (warna merah) ke *regime upper* (warna biru) atau sebaliknya. Gambar 2.1 (b) adalah plot deret waktu dari Z_{t-1} , dalam gambar ini *regime lower* dan *upper* dibatasi garis *threshold* $r=0$. *Regime lower* memiliki 22 data sedangkan *regime upper* 17 data. Sedangkan Gambar 2.1 (c) menunjukkan secara jelas hubungan antara Z_t dan Z_{t-1} dengan pemilihan *lag* 1 merupakan parameter *delay* dari model SETAR. *Threshold* $r=0$ memisahkan Z_{t-1} menjadi dua kelompok yaitu *regime lower* dan *upper*. Apabila pada Z_t diberikan pembatas $r=0$ juga, maka akan tampak plot Z_t dan Z_{t-1} memiliki 4 daerah. Daerah A merupakan daerah *Lower-Lower*, sebanyak 12 data, daerah B merupakan daerah *Lower-Upper* sebanyak 10 data, daerah C merupakan *Upper-Lower* sebanyak 11 data dan daerah D merupakan daerah *Upper-Upper* sebanyak 6 data. Daerah A dan B menggambarkan bahwa data yang jatuh pada *regime lower*, memiliki kemungkinan untuk tetap di *regime lower* (A) atau berpindah pada *regime upper* (B). Sedangkan daerah C dan D menggambarkan bahwa data yang jatuh pada *regime upper*, memiliki kemungkinan untuk tetap di *regime upper* (D) atau berpindah pada *regime lower* (C).

Sebagai ilustrasi, berikut ini diberikan contoh perhitungan estimasi data SETAR sederhana untuk menentukan kelompok *regime* masing-masing data. Misalkan kita memiliki 5 data berturut-turut adalah :

Tabel 2.1 Contoh perhitungan model SETAR (2,1,1)

t	Z_t	Z_{t-1}	<i>Regime</i>	\hat{Z}_t
1	3	*	*	*
2	-1	3	<i>Upper</i>	-2,1
3	4	-1	<i>Lower</i>	- 0,5
4	-5	4	<i>Upper</i>	-2,8
5	3	-5	<i>Lower</i>	- 2,5

maka cara menentukan masing-masing data jatuh pada *regime lower* atau *upper* yaitu dilihat dari nilai Z_{t-1} , jika $Z_{t-1} \leq 0$ maka data jatuh pada *regime lower*

sedangkan jika $Z_{t-1} > 0$ maka data jatuh pada *regime upper*. Sedangkan untuk menentukan estimasi \hat{Z}_t adalah sebagai berikut:

- a. Estimasi untuk data kedua (\hat{Z}_2).

Pada saat $t = 2$ maka berdasarkan $Z_{t-1} = 3$, data ini jatuh pada *regime upper* maka estimasi \hat{Z}_2 dihitung dengan menggunakan rumus *regime upper* $\hat{Z}_2 = -0,7 \times Z_{t-1}$ sehingga diperoleh $\hat{Z}_2 = -0,7 \times 3 = -2,1$.

- b. Estimasi untuk data ketiga (\hat{Z}_3).

Pada saat $t = 3$, $Z_{t-1} = -1$ masuk dalam *regime lower*, ini berarti terjadi perpindahan dari *regime upper* (pada saat $t = 2$) ke *regime lower* (pada saat $t = 3$). estimasi untuk data \hat{Z}_3 dihitung dengan cara $\hat{Z}_3 = 0,5 \times -1 = -0,5$.

- c. Estimasi untuk data keempat (\hat{Z}_4).

Dengan cara yang sama, untuk $t = 4$ diketahui bahwa $Z_{t-1} = 4$ sehingga data keempat berpindah lagi ke *regime upper*, dengan demikian \hat{Z}_4 dihitung dengan cara $\hat{Z}_4 = -0,7 \times 4 = -2,8$.

- d. Estimasi untuk data kelima (\hat{Z}_5).

Data terakhir yaitu pada saat $t = 5$, $Z_{t-1} = -5$ masuk pada *regime lower*, sehingga $\hat{Z}_5 = 0,5 \times -5 = -2,5$

2.4.4. Estimasi Parameter dan Jumlah *Threshold* pada SETAR

A. Estimasi Parameter SETAR

Pada tahap estimasi parameter akan dilakukan pendugaan terhadap parameter dari model dugaan yang telah diperoleh dari tahap sebelumnya. Dalam menaksir parameter model deret waktu untuk model SETAR ada beberapa metode yang dapat dilakukan, yaitu Metode *Sequential Conditional Least Squares*, *Ordinary Least Square (OLS)* serta *Nonlinier Least Squares (NLS)*. Dalam penelitian ini metode estimasi parameter yang digunakan adalah *Ordinary Least Squares (OLS)*.

Keterangan :

- Z** : vektor variabel dependen dengan ukuran $[T_L + T_U, 1]$
X : matriks variabel independen berukuran $[T_L + T_U, p_L + p_U]$
 β : vektor parameter regresi dengan ukuran $[p_L + p_U, 1]$
E : vektor residual $[T_L + T_U, 1]$

Sehingga penyelesaian OLS untuk model SETAR diperoleh dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual pada persamaan (2.14) sebagaimana pada regresi biasa, yaitu:

$$(\mathbf{Z} - \mathbf{X}\beta)'(\mathbf{Z} - \mathbf{X}\beta) = \sum_{i=1}^m \sum_{t=T_{i-1}+1}^T (Z_{t,i} - X'_{t,i}\beta_i)^2 \quad (2.15)$$

$m = L$ pada saat data jatuh pada *regime Lower* dan $m = U$ pada saat data jatuh pada *regime Upper*.

B. Estimasi Jumlah *Threshold* pada SETAR

Threshold pada model SETAR tidak dapat diuji seperti biasa. Prosedur yang digunakan untuk menyeleksi jumlah *threshold* optimal adalah dengan menggunakan kriteria informasi dan prosedur pengujian (Stigler, 2009). Penentuan jumlah *threshold* dalam penelitian ini dilihat dari nilai AIC, yaitu memilih model dengan AIC minimum (MAIC). Adapun rumus dari AIC adalah :

$$AIC^m = \log(\hat{\sigma}_m^2) + \left[\frac{n + 2k}{n} \right] \quad (2.16)$$

dengan T adalah banyaknya observasi. Estimasi jumlah *threshold* adalah \hat{m} , yaitu

$$\hat{m} = \arg \min(AIC^1, AIC^2, \dots, AIC^m) \quad (2.17)$$

2.5. Model Perubahan Struktur

Bai dan Perron (2003) menjelaskan bahwa Perubahan Struktur adalah model regresi yang memiliki nilai parameter yang berubah-ubah dalam kurun periode waktunya akibat adanya Perubahan Struktur.

Model regresi linier standard dalam notasi matriks adalah sebagai berikut :

$$\mathbf{Z} = \mathbf{X}\beta + \mathbf{E} \quad (2.18)$$

dengan :

- Z** : vektor variabel dependen dengan ukuran $[Tx1]$
- X** : matriks variabel independen dengan ukuran $[Txp]$
- β** : vektor parameter regresi dengan ukuran $[px1]$
- E** : vektor residual $[Tx1]$

T adalah banyaknya pengamatan dan p adalah banyaknya variabel independen. Apabila pada matriks X terdiri dari lag variabel dependen sebagaimana model time series, maka persamaan (2.18) disebut dengan model *Autoregressive*. Bila terdapat p order *autoregressive* (p variabel independen) maka disebut model *Autoregressive order p* atau $AR(p)$.

2.5.1. Model Perubahan Struktur dengan m Break

Pada beberapa aplikasi diasumsikan ada m titik *break* dengan koefisien pergeseran dari suatu model regresi yang stabil berhubungan dengan yang lain sehingga ada $m+1$ segmen dengan koefisien regresi yang konstan, sehingga model (2.18) dapat dituliskan kembali sebagai :

$$\mathbf{Z} = \mathbf{X}\beta + \mathbf{D}\delta + \mathbf{E} \quad (2.19)$$

D adalah variabel *dummy* dari sub periode dan **δ** adalah parameter variabel *dummy*. Jumlah data keseluruhan adalah T yang dibagi ke dalam $m+1$ segmen dengan jumlah data ke- i sebanyak T_i ($i=1,2,...,m+1$). Sedangkan p untuk masing-masing segmen dapat berbeda-beda mengikuti order *autoregressive*-nya. Jika matriks Z diatas dituliskan secara lengkap untuk order *autoregressive* p , dengan $p=p_i$, $break=m=2$, $segmen=3=m+1$ dan $T=T_1, T_2, T_3$ adalah sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{Z}_1 \\ \mathbf{Z}_2 \\ \mathbf{Z}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1 & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{X}_2 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{X}_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{a}_{t_1} \\ \mathbf{a}_{t_2} \\ \mathbf{a}_{t_3} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{Z}_{[3,1]} \quad \mathbf{X}_{[3,p]} \quad \beta_{[p,1]} \quad \mathbf{D}_{[3,p]} \quad \delta_{[3,p]} \quad \mathbf{E}_{[3,1]}$$

dengan $T = T_1 + T_2 + T_3$ dan $p = p_1 + p_2 + p_3$, sedangkan elemen dari masing-masing matrik partisi untuk matrik \mathbf{Z} , $\boldsymbol{\beta}$ dan \mathbf{X} diatas adalah sebagai berikut :

$$\mathbf{Z}_1 = \begin{bmatrix} Z_t \\ Z_{t+1} \\ \vdots \\ Z_{T_1} \end{bmatrix}; \mathbf{Z}_2 = \begin{bmatrix} Z_{T_1+1} \\ Z_{T_1+2} \\ \vdots \\ Z_{T_2} \end{bmatrix}; \mathbf{Z}_3 = \begin{bmatrix} Z_{T_2+1} \\ Z_{T_2+2} \\ \vdots \\ Z_T \end{bmatrix}; \boldsymbol{\beta}_1 = \begin{bmatrix} \beta_{1,1} \\ \beta_{2,1} \\ \vdots \\ \beta_{p_1,1} \end{bmatrix}; \boldsymbol{\beta}_2 = \begin{bmatrix} \beta_{1,2} \\ \beta_{2,2} \\ \vdots \\ \beta_{p_2,2} \end{bmatrix}; \boldsymbol{\beta}_3 = \begin{bmatrix} \beta_{1,3} \\ \beta_{2,3} \\ \vdots \\ \beta_{p_3,3} \end{bmatrix}$$

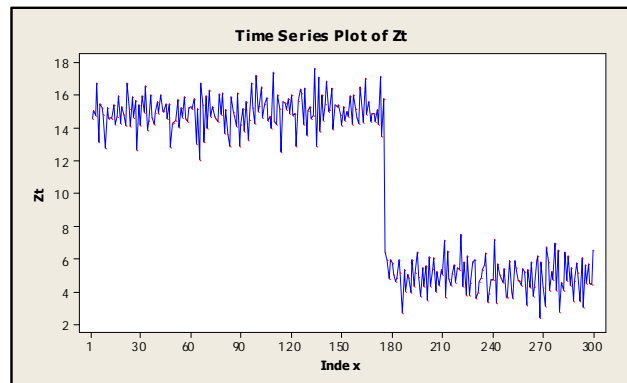
$$\mathbf{X}_1 = \begin{bmatrix} Z_{t-1} & Z_{t-2} & \cdots & Z_{t-p_1} \\ Z_t & Z_{t-1} & \cdots & Z_{t-(p_1-1)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ Z_{T_1-1} & Z_{T_1-2} & \cdots & Z_{T_1-p_1} \end{bmatrix}; \mathbf{X}_2 = \begin{bmatrix} Z_{T_1} & Z_{T_1-1} & \cdots & Z_{T_1-(p_2-1)} \\ Z_{T_1+1} & Z_{T_1} & \cdots & Z_{T_1-(p_2-2)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ Z_{T_2-1} & Z_{T_2-2} & \cdots & Z_{T_2-p_2} \end{bmatrix};$$

$$\mathbf{X}_3 = \begin{bmatrix} Z_{T_2} & Z_{T_2-1} & \cdots & Z_{T_2-(p_3-1)} \\ Z_{T_2+1} & Z_{T_2} & \cdots & Z_{T_2-(p_3-2)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ Z_{T_3-1} & Z_{T_3-2} & \cdots & Z_{T_3-p_3} \end{bmatrix};$$

2.5.2. Model Perubahan Struktur (2;1,1)

Sebuah model deret waktu Z_t dikatakan mengikuti model Perubahan Struktur dengan order (2;1,1) dan *break* pada saat pengamatan ke- T , apabila memenuhi:

$$Z_t = \begin{cases} \theta_{0,1} + \phi_{1,1}Z_{t-1,1} + \delta_1 + a_{t,1} & \text{jika } T \leq t_1 \\ \theta_{0,2} + \phi_{1,2}Z_{t-1,2} + \delta_2 + a_{t,2} & \text{jika } T > t_1 \end{cases} \quad (2.20)$$



Gambar 2.2 Plot deret waktu model Perubahan Struktur dengan 2 segmen

Gambar 2.2 merupakan data simulasi perubahan struktur yang dibangkitkan dari model AR(1) yang diberi Perubahan Struktur pada $T = 175$, dengan $n = 300$, data ke-1 sampai dengan ke-175 (segmen 1) ditambahkan konstanta sebesar 15, sedangkan data selanjutnya (segmen 2) diberikan konstanta sebesar 5. a_t mengikuti distribusi Normal dengan rata-rata 0 dan varians 1.

2.5.3. Uji Perubahan Struktur

Dalam praktek, titik *break* sangat jarang diketahui sebelumnya sehingga harus diuji terlebih dahulu. Untuk menguji Perubahan Struktur dapat menggunakan dua cara yaitu:

- (i) Statistik F (Andrews dan Ploberger 1994) yang didesain untuk suatu alternative khusus.
- (ii) Uji *generalized fluctuation* yang tidak membutuhkan asumsi H_0 mengikuti pola deviasi tertentu.

Pengujian ini dibagi menjadi dua, yaitu untuk titik *break* yang diketahui dan untuk titik *break* yang tidak diketahui. Pengujian dan penentuan titik *break* pada Perubahan Struktur dijelaskan pula dalam penelitian Zeileis dan Kleiber (2003)

A. Uji untuk titik *break* tidak diketahui

Hipotesis untuk uji Statistik F dengan waktu *break* tidak diketahui adalah:

$$H_0 : \beta_{i,j} = \beta_i, i = 1, \dots, p \quad (\text{tidak ada Perubahan Struktur})$$

$$H_1 : \beta_{i,j} \neq \beta_i, i = 1, \dots, p \quad (\text{ada Perubahan Struktur})$$

Uji statistik F untuk perubahan pada waktu t ini biasanya berdasarkan pada deret residual dari OLS $\hat{a}(T)$ dari sebuah segmen regresi yaitu satu garis regresi untuk tiap subsampel dengan titik *break* T , dibandingkan dengan residual \hat{a} dari model yang tidak disegmenkan dengan persamaan :

$$F_i = \frac{\hat{a}^T \hat{a} - \hat{a}(i)^T \hat{a}(i)}{\hat{a}(i)^T \hat{a}(i) / (n - 2k)} \quad (2.21)$$

dengan k adalah banyaknya variabel dan \hat{a}^T adalah residual dari tiap segmen dengan titik patahan T_i sebagai parameter penyesuaian yang nilainya dapat dipilih sendiri oleh peneliti. H_0 ditolak jika nilai supremum F lebih besar

dibandingkan dengan tabel angka kritis Andrews. Nilai supremum F dihitung dengan rumus:

$$\sup F = \sup_{t \leq \tau \leq \bar{t}} F_t, \quad (2.22)$$

(Andrews dan Ploberger, 1994)

B. Uji untuk titik *break* diketahui

Uji untuk menentukan titik *break* pada Perubahan Struktur untuk satu titik *break* yang diketahui ($m=1$) disebut dengan Chow tes. Uji ini dituliskan dengan rumus sebagai berikut :

$$F = \frac{(RSS_0 - RSS_T)/k}{RSS_T/(n_1 + n_2 - 2k)} \quad (2.25)$$

(Chow, 1960)

dengan :

RSS_0 : jumlah kuadrat residual dari regresi dengan seluruh data (T)

RSS_T : jumlah kuadrat residual yang diperoleh dari penjumlahan
jumlah kuadrat residual sampel 1 dan sampel 2,

n_1, n_2 : jumlah sampel 1 dan jumlah sampel 2

k : banyaknya parameter.

Sedangkan untuk kasus *multiple break* yang dikembangkan Dufour (1982) dengan ukuran sub sampel kurang dari k , uji F diatas menjadi :

$$F = \frac{(RSS_0 - RSS_T)/(T - k - n_A + rk)}{RSS_T/(n_A - rk)}. \quad (2.26)$$

(Madalla dan Kim, 1998)

RSS_0 adalah jumlah kuadrat residual dari seluruh pengamatan. Jika terdapat L grup dengan n_l pengamatan dalam grup ke- l ($l = 1, 2, \dots, L$), maka RSS_T adalah total jumlah kuadrat residual dari sub sampel dengan $n_l > k$, dengan $T = \sum n_l$ dan $n_A = \sum_r \sum n_l, r \leq L$.

2.5.4. Estimasi Parameter, Jumlah *Break* dan Waktu *Break* pada Perubahan Struktur

A. Estimasi Parameter pada Perubahan Struktur

Taksiran parameter β dan δ_j diperoleh dengan menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS). Untuk model Perubahan Struktur OLS diperoleh dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual pada persamaan (2.19).

$$(\mathbf{Z} - \mathbf{X}\beta - \bar{\mathbf{D}}\delta)'(\mathbf{Z} - \mathbf{X}\beta - \bar{\mathbf{D}}\delta) = \sum_{i=1}^{m+1} \sum_{t=T_{i-1}+1}^{T_i} (Z_t - X_t'\beta - D_t'\delta_i)^2 \quad (2.27)$$

Zeileis dan Leisch (2002), telah membuat *package* melalui R untuk menguji Perubahan Struktur melalui model regresi linier.

B. Estimasi Jumlah *Break* pada Perubahan Struktur

Prosedur yang umumnya digunakan untuk menyeleksi dimensi model adalah dengan menggunakan kriteria informasi. Kim dan Maddala (1991) menggunakan kriteria BIC (*Bayesian Information Criterion*) untuk mengestimasi jumlah *break* (m).

Penentuan jumlah *break* dalam penelitian ini dilihat dari nilai BIC, yaitu memilih model dengan BIC minimum. Adapun rumus dari BIC adalah :

$$\text{BIC}^m = -\log(\hat{\sigma}_m^2) + [k + m(k+1)] \frac{\log(T)}{T} \quad (2.28)$$

dengan T adalah banyaknya observasi. Estimasi jumlah *break* adalah \hat{m} , yaitu :

$$\hat{m} = \arg \min(\text{BIC}^1, \text{BIC}^2, \dots, \text{BIC}^m) \quad (2.29)$$

C. Estimasi Waktu *Break* pada Perubahan Struktur

Diberikan m buah partisi T_1, \dots, T_m adalah estimasi least square untuk β_j . Hasil *sum square residual* (SSR) minimal mengikuti persamaan :

$$\text{RSS}(T_1, \dots, T_m) = \sum_{j=1}^{m+1} \text{rss}(T_{j-1} + 1, T_j) \quad (2.30)$$

dengan $rss(T_{j-1}+1, T_j)$ adalah *sum square residual* dalam segmen ke- j . Maka waktu terjadinya Perubahan Struktur adalah menemukan taksiran titik *break* $\hat{T}_1, \dots, \hat{T}_m$ yang meminimumkan fungsi objektif :

$$(\hat{T}_1, \dots, \hat{T}_m) = \arg \min_{(T_1, \dots, T_m)} RSS(T_1, \dots, T_m) \quad (2.31)$$

pada semua partisi (T_1, \dots, T_m) dengan $T_j - T_{j-1} \geq n_h \geq k$

(Bai dan Perron ,2003).

2.6. Diagnostic Checking Model SETAR dan Perubahan Struktur

Pemeriksaan *Diagnostic* atau *diagnostic checking* merupakan tahapan yang penting dalam pemodelan data time series. Model dikatakan sesuai apabila syarat dalam tahap ini signifikan. Tahap *diagnostic checking* pada pemodelan Perubahan Struktur dan SETAR serupa dengan ARIMA.

2.6.1. Uji Signifikansi Parameter

Model yang baik adalah model yang parameternya signifikan, atau nilai parameternya berbeda dengan nol. Secara umum *diagnostic checking* pada model SETAR sama dengan model ARMA linier, jika θ adalah suatu parameter dari model nonlinier dan $\hat{\theta}$ adalah nilai taksiran dari parameter tersebut, serta $SE(\hat{\theta})$ adalah *Standar residual* dari nilai taksiran $\hat{\theta}$, maka uji signifikan parameter dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

a) Hipotesis

$H_0 : \theta = 0$ atau parameter model nonlinier sama dengan nol.

$H_1 : \theta \neq 0$ atau parameter model nonlinier tidak sama dengan nol.

b) Statistik Uji

$$t = \frac{\hat{\theta}}{SE(\hat{\theta})}. \quad (2.32)$$

c) Kriteria Penolakan H_0

Tolak H_0 jika $|t| > t_{\alpha/2, df}$, dengan $df = T - M$, T = banyaknya pengamatan dan M = banyaknya parameter dalam model nonlinier, atau

dengan menggunakan nilai-p (*p-value*), yaitu tolak H_0 jika nilai- $p < \alpha$. Pada penelitian ini menggunakan $\alpha = 0,05$.

2.6.2. Uji Kesesuaian Model

Uji kesesuaian model meliputi uji kecukupan model (uji apakah residualnya *white noise*) dan uji asumsi distribusi normal.

A. Uji Ljung-Box

Pengujian terhadap residual apakah merupakan proses yang *white noise* dapat dilakukan secara individu ataupun secara bersama-sama. Pengujian secara individu dapat dilakukan jika diketahui distribusi dari estimasi residual, yaitu secara umum mendekati normal dengan mean 0.

Prosedur uji kesesuaian model secara bersama-sama, yaitu uji Ljung-Box adalah sebagai berikut.

1. Hipotesis

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_K = 0$ (residual memenuhi syarat *white noise*)

$H_1 : \text{minimal ada satu } \rho_i \neq 0, \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, K$ (residual tidak *white noise*)

1. Statistik Uji : Ljung-Box statistik, yaitu

$$Q^* = n(n+2) \sum_{k=1}^K \frac{r_k^2}{n-k} \quad (2.33)$$

dimana : r_k adalah taksiran autokorelasi residual *lag k*.

2. Daerah penolakan

Tolak H_0 jika $Q^* > \chi_{\alpha; df=K-p-q}^2$, dimana nilai p dan q adalah order dari ARMA (p, q) (Box dan Jenkins 1994)

B. Uji Normalitas

Uji asumsi kenormalan dari sisa dalam penelitian ini menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Tahap pengujian tersebut adalah

1. Hipotesis:

$$H_0 : F_{0(t)} = S_{(t)} \text{ untuk semua nilai } t, \text{ dengan } F_{0(t)} \sim N(0, \sigma^2)$$

$$H_1 : F_{0(t)} \neq S_{(t)}, t = 1, 2, \dots, T$$

2. Statistik uji:

$S_{(t)}$ menyatakan fungsi distribusi Normal (empirik) yang merupakan fungsi peluang kumulatif dari data sampel.

$$D = \sup |S_{(t)} - F_{0(t)}|. \quad (2.34)$$

3. Daerah Penolakan:

Jika $D > K_{(1-\alpha)}$ dengan $\alpha = 0,05$ maka tolak H_0 dan gagal tolak H_0 jika sebaliknya. Nilai $K_{(1-\alpha)}$ dapat dilihat pada tabel Kolmogorov-Smirnov.

2.6.3. Tahap Pembandingan Model

Membandingkan model yang telah diperoleh berdasarkan kriteria kebaikan model MSE dan AIC. Model terbaik adalah model yang memiliki AIC minimum. Persamaan matematis untuk AIC dan dapat dilihat pada persamaan (2.16).

2.7. Tahap Validasi Data

Tahap validasi yang dimaksud dalam subbab ini adalah untuk mengetahui apakah estimasi parameter yang sudah dilakukan sesuai dengan konsep simulasi. Validasi dalam penelitian ini dilakukan dengan melihat Konfiden Interval dan Bias dari estimator. Konfiden Interval berfungsi untuk menunjukkan apakah estimasi parameter masih berada dalam konfiden interval parameter yang direncanakan sedangkan bias digunakan untuk melihat seberapa besar akurasi dari estimator yaitu seberapa dekat nilai estimator dengan nilai sebenarnya. Ukuran dari bias digunakan untuk menentukan model terbaik antara SETAR dan Perubahan Struktur pada data simulasi. Batas atas dan bawah untuk mean diperoleh melalui Konfiden Interval 95 % untuk mean sebagai berikut :

$$\hat{\bar{x}} \pm 1,96.SE(\hat{\bar{x}}) \quad (2.35)$$

Taksiran parameter model juga perlu divalidasi dengan rumus ;

$$\hat{\theta} \pm 1,96.SE(\hat{\theta}) \quad (2.36)$$

dengan :

$SE(\hat{x})$ adalah *Standar Error* dari nilai taksiran \hat{x}

$SE(\hat{\theta})$ adalah *Standar Error* dari nilai taksiran $\hat{\theta}$

Sedangkan bias dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Bias} = E(\hat{\theta}) - \theta \quad (2.37)$$

dengan

$E(\hat{\theta})$ adalah estimasi dari parameter

θ adalah parameter model

2.8 Sifat Normalitas Asimtotis Estimator Model ARMA

Sifat-sifat estimator model ARMA dan sifat normalitas asimtotisnya merupakan bagian yang penting dalam proses inferensia statistik berkaitan dengan signifikansi parameter model. Pada bagian ini akan dijelaskan sifat normalitas asimtotis estimator model ARMA untuk estimator *maximum likelihood* dan *least squares*.

Estimator-estimator *least squares* dapat dicari dengan meminimumkan jumlah kuadrat terboboti, yaitu

$$S(\Phi, \theta) = \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2 / r_{t-1}, \quad (2.38)$$

dengan $\Phi = (\phi_1, \dots, \phi_p)'$ dan $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_q)'$. Jika $n^{-1} \sum_{t=1}^n \ln r_{t-1}$ secara asimtotis bisa diabaikan bila dibandingkan dengan $\ln S(\Phi, \theta)$, seperti dalam kasus ketika θ adalah dibatasi harus *invertible* (karena $r_n \rightarrow 1$), maka dari

$$l(\Phi, \theta) = \ln(n^{-1}S(\Phi, \theta)) + n^{-1} \sum_{t=1}^n \ln r_{t-1},$$

minimisasi S ekuivalen dengan minimisasi l dan estimator-estimator *least squares* dan *maximum likelihood* akan mempunyai sifat asimtotis yang sama

(Brockwell dan Davis, 1991). Dalam hal ini, $l(\Phi, \theta)$ adalah fungsi likelihood yang tereduksi. Berikut ini adalah pendekatan untuk $S(\Phi, \theta)$. Pendekatan pertama ini adalah suatu “*standardized innovations*” $(y_t - \hat{y}_t)/(r_{t-1})^{1/2}$ dengan $\varepsilon_t(\Phi, \theta)$, yaitu :

$$\begin{cases} \varepsilon_1(\Phi, \theta) = y_1, \\ \varepsilon_2(\Phi, \theta) = y_2 - \phi_1 y_1 - \theta_1 \varepsilon_1(\Phi, \theta), \\ \vdots \\ \varepsilon_n(\Phi, \theta) = y_n - \phi_1 y_{n-1} - \dots - \phi_p y_{n-p} - \theta_1 \varepsilon_{n-1}(\Phi, \theta) - \dots - \theta_p \varepsilon_{n-p}(\Phi, \theta). \end{cases} \quad (2.39)$$

Dengan asumsi invertibilitas, ε_t dapat ditulis dalam bentuk,

$$\varepsilon_t = y_t - \sum_{l=1}^{\infty} \pi_l y_{t-l}.$$

sehingga (2.58) dapat dijabarkan sebagai

$$\varepsilon_t(\Phi, \theta) = y_t + \sum_{L=1}^{t-1} \pi_L y_{t-L}.$$

Gunakan hubungan-hubungan berikut

$$\|\varepsilon_t(\Phi, \theta) - \varepsilon_t\| \leq \sum_{L=1}^{\infty} |\pi_L| \|y_1\|,$$

$$\|y_t - \hat{y}_t\|^2 = r_{t-1} \sigma^2 \leq \|\varepsilon_t(\Phi, \theta)\|^2,$$

dan

$$\|\varepsilon_t - (y_t - \hat{y}_t)\|^2 = (r_{t-1} - 1) \sigma^2,$$

dapat ditunjukkan bahwa

$$\begin{cases} \|\varepsilon_t(\Phi, \theta) - Z_t\| \leq C_1 A^t, \\ \|\varepsilon_t(\Phi, \theta) - (y_t - \hat{y}_t)/(r_{t-1})^{1/2}\| \leq C_2 A^t, \\ \|\varepsilon_t(\Phi, \theta)\| \leq K, \end{cases} \quad (2.40)$$

untuk semua t dengan A, C_1, C_2 dan K adalah konstanta-konstanta dengan $0 < A < 1$.

Dalam hal ini adalah penting untuk membuat pendekatan lanjut untuk $(y_t - \hat{y}_t)/(r_{t-1})^{1/2}$ dengan melinierisasi $\varepsilon_t(\Phi, \theta)$ pada suatu nilai awal (Φ_0, θ_0)

dari (Φ, θ) . Jika $\zeta' = (\phi_1, \dots, \phi_p, \theta_1, \dots, \theta_q)$ dan $\zeta'_0 = (\Phi'_0, \theta'_0)$, maka $\varepsilon_t(\zeta)$ dapat didekati dengan

$$\varepsilon_t(\zeta_0) - \mathbf{D}'_t(\zeta - \zeta_0), \quad (2.41)$$

dengan $\mathbf{D}'_t = (D_{t,1}(\zeta_0), \dots, D_{t,p+q}(\zeta_0))$, dan

$$D_{t,i}(\zeta) = -\frac{\partial \varepsilon_t(\zeta)}{\partial \zeta_i}, \quad i = 1, \dots, p + q.$$

Selanjutnya dengan meminimisasi jumlah kuadrat

$$\sum_{t=1}^n (\varepsilon_t(\zeta_0) - \mathbf{D}'_t(\zeta - \zeta_0))^2 \quad (2.42)$$

akan diperoleh suatu estimator ζ^+ dari ζ yang mempunyai sifat-sifat asimtotis seperti estimator *least squares* $\tilde{\zeta}$. Jika dimisalkan $\mathbf{\varepsilon}(\zeta_0) = (\varepsilon_1(\zeta_0), \dots, \varepsilon_n(\zeta_0))'$ dan tulis D untuk matriks ukuran $n \times (p + q)$, yaitu $(\mathbf{D}_1, \dots, \mathbf{D}_n)'$, maka estimasi regresi linier dari $\Delta\zeta = \zeta - \zeta_0$ adalah

$$\hat{\Delta\zeta} = (D'D)^{-1} D'\mathbf{\varepsilon}(\zeta_0),$$

sehingga

$$\zeta^+ = \zeta_0 + \hat{\Delta\zeta}.$$

Sifat normalitas asimtotis dari estimator ini mengikuti teorema berikut ini.

Teorema 2.8.1. (Brockwell dan Davis, 1991) *Jika $\{y_t\}$ suatu proses ARMA(p, q) yang kausal dan invertibel*

$$y_t - \phi_1 y_{t-1} - \dots - \phi_p y_{t-p} = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}, \quad (2.43)$$

dengan $\{\varepsilon_t\} \sim \text{IID}(0, \sigma^2)$ dan dengan $\phi(z)$ dan $\theta(z)$ tidak mempunyai pembuat nol. Anggap bahwa $\zeta_0 = (\zeta_{01}, \dots, \zeta_{0,p+q})'$ adalah suatu estimator awal dari $\zeta = (\phi_1, \dots, \phi_p, \theta_1, \dots, \theta_q)'$ sedemikian hingga $\zeta_0 - \zeta = o_p(n^{-1/4})$, dan ζ^+ adalah estimator yang dikonstruksi dari ζ_0 , seperti yang dijelaskan di atas. Maka

$$n^{-1} D'D \xrightarrow{P} \sigma^2 V^{-1}(\zeta),$$

dengan $V(\zeta)$ adalah suatu matriks non singular dengan ukuran $(p + q) \times (p + q)$ dan

$$n^{1/2}(\zeta^+ - \zeta) \Rightarrow N(\mathbf{0}, V(\zeta)).$$

Sebagai tambahan untuk estimator least squares $\tilde{\zeta}$, diperoleh

$$n^{1/2}(\tilde{\zeta} - \zeta) \Rightarrow N(\mathbf{0}, V(\zeta)). \quad (2.44)$$

2.9. Tinjauan Non Statistik

2.9.1 Inflasi

Salah satu indikator ekonomi yang selalu dipantau perkembangannya oleh pemerintah adalah angka inflasi. Dalam ilmu ekonomi, inflasi adalah suatu proses meningkatnya harga-harga secara umum dan terus-menerus (kontinyu) berkaitan dengan mekanisme pasar. Inflasi dapat disebabkan oleh berbagai faktor antara lain konsumsi masyarakat yang meningkat atau adanya ketidak lancaran distribusi barang. Dengan kata lain, inflasi juga merupakan proses menurunnya nilai mata uang secara kontinyu. Inflasi adalah proses dari suatu peristiwa, bukan tinggi-rendahnya tingkat harga. Artinya, tingkat harga yang dianggap tinggi belum tentu menunjukkan inflasi. Inflasi dianggap terjadi jika proses kenaikan harga berlangsung secara terus-menerus dan saling pengaruh-mempengaruhi. Istilah *inflasi* juga digunakan untuk mengartikan peningkatan persediaan uang yang kadangkala dilihat sebagai penyebab meningkatnya harga.

Inflasi diharapkan dapat terkendali pada suatu tingkat yang mendorong ke arah perkembangan/pertumbuhan ekonomi secara maksimal. Inflasi yang tinggi dan berlangsung terus menerus dalam jangka waktu panjang dapat mengakibatkan stagflasi sedangkan inflasi yang rendah bahkan deflasi dapat mengakibatkan resesi ekonomi. Inflasi digunakan antara lain untuk melihat perubahan harga, mengukur kemampuan daya beli masyarakat terhadap barang dan jasa, dan sebagai angka acuan untuk menentukan upah minimum kerja (UMK). Inflasi dihitung berdasarkan rasio perubahan Indeks Harga Konsumen (IHK). Indeks harga konsumen merupakan suatu indeks yang menggambarkan perkembangan harga beberapa jenis barang/jasa yang terjadi setelah tahun dasar. Dalam penghitungan IHK, terdapat dua jenis nilai konsumsi yaitu nilai

konsumsi dasar yang diperoleh dari hasil Survei Biaya Hidup (SBH) pada tahun dasar dan nilai konsumsi pada bulan berjalan yang diperoleh dengan mengalikan harga bulan berjalan dengan kuantitas konsumsi pada tahun dasar.

2.9.2 Penyebab Inflasi

Inflasi dapat disebabkan oleh dua hal, yaitu tarikan permintaan atau desakan biaya produksi. Inflasi tarikan permintaan (*demand pull inflation*) terjadi akibat adanya permintaan total yang berlebihan sehingga terjadi perubahan pada tingkat harga. Bertambahnya permintaan terhadap barang dan jasa mengakibatkan bertambahnya permintaan terhadap faktor-faktor produksi. Meningkatnya permintaan terhadap faktor produksi itu kemudian menyebabkan harga faktor produksi meningkat. Jadi, inflasi tarikan terjadi karena suatu kenaikan dalam permintaan total sewaktu perekonomian yang bersangkutan dalam situasi *full employment*.

Inflasi desakan biaya (*cost push inflation*) terjadi akibat meningkatnya biaya produksi (input) sehingga mengakibatkan harga produk-produk (output) yang dihasilkan ikut naik. Meningkatnya biaya produksi dapat disebabkan 2 hal, yaitu :

- a. kenaikan harga, misalnya bahan baku dan
- b. kenaikan upah/gaji, misalnya kenaikan gaji PNS akan mengakibatkan usaha-usaha swasta menaikkan harga barang-barang.

IHK dipengaruhi antara lain oleh krisis moneter 1997/1998 (Rupingi, 2001) dan kenaikan harga bahan bakar minyak (Rosa, 2005). Menurut Info *Bank Publishing* (2007), beberapa tokoh mengatakan bahwa pemicu krisis moneter Indonesia adalah depresiasi (penurunan nilai tukar) mata uang Thailand, Baht, terhadap Dolar Amerika pada Juli 1997. Tidak lama kemudian, pada bulan yang sama, depresiasi Baht mempengaruhi Rupiah. Pada 21 Juli 1997 pagi, kurs Rupiah terhadap Dolar Amerika sekitar Rp 2.500/ US\$. Tetapi pada sore harinya, Rupiah menjadi sekitar Rp 6.000/US\$. Puncak keterpurukan kurs Rupiah terjadi pada 17 Juni 1998, ketika Rupiah mencapai Rp 17.000/US\$. Karena adanya krisis moneter tersebut, pemerintah mengambil kebijakan yang diantaranya adalah menaikkan suku bunga dan menutup 16 Bank pada November 1997.

Akibat kebijakan tersebut, pertumbuhan ekonomi Indonesia menurun tajam, inflasi naik tinggi, dan jumlah bank menurun drastis.

Tabel 2.2 Kejadian-Kejadian Khusus Selama Kurun Waktu 1989 sampai dengan 2008

No	Bulan	Tahun	t	Jenis Kejadian	Keterangan
1	Mei	1990	17	Kenaikan BBM	
2	Juli	1991	31	Kenaikan BBM	22 %
3	Juli	1997	103	Krisis moneter	
4	Januari	1999	121	Idul Fitri	
5	Oktober	1999	130	Pemisahan Timor-Timur	
6	Oktober	2000	142	Kenaikan BBM	12 %
7	Januari	2002	157	Perubahan tahun dasar	BPS
8	Januari	2003	169	Kenaikan BBM	21 %
9	Desember	2004	192	Bencana alam Tsunami	Aceh
10	Maret	2005	195	Kenaikan BBM	30%
11	Oktober	2005	202	Kenaikan BBM	125 %
12	Agustus	2007	224	Idul Fitri	
13	Mei	2008	233	Kenaikan BBM	30 %
14	September	2008	237	krisis ekonomi global	

Rosa (2005) menyatakan bahwa kenaikan harga Bahan Bakar Minyak (BBM) akan mempengaruhi IHK yang kemudian akan mempengaruhi inflasi. Pergerakan inflasi cenderung dipengaruhi oleh pergerakan harga BBM. Pada masa pemerintahan Soeharto, harga BBM mengalami kenaikan harga sebesar 15-22 persen pada Juli 1991, 21-27 persen pada Januari 1993, dan 21-71.43 persen pada Mei 1998. Pada masa pemerintahan Gus Dur kenaikan harga BBM terjadi pada Oktober 2000 dengan kenaikan sebesar 12 persen. Pada pemerintahan Megawati, kenaikan harga BBM terjadi pada Januari 2003 sebesar 3-21 persen. Kenaikan harga BBM ini diikuti dengan naiknya tarif dasar listrik dan telepon. Pada pemerintahan Susilo Bambang Yudhoyono, harga BBM mengalami kenaikan pada Oktober 2005 sebesar 125 persen, Maret 2005 sebesar 30 persen, dan Mei 2008 sebesar 28-30 persen. Selain krisis moneter 1997/1998 dan kenaikan harga BBM, pemisahan Timor-Timur dari Indonesia pada Oktober 1999, perubahan tahun dasar, dan bencana Tsunami Aceh pada Desember 2004 diduga juga mempengaruhi data IHK. Berdasarkan data BPS, telah terjadi empat

kali perubahan tahun dasar sejak tahun 1977, yaitu pada tahun 1990, 1996, 2002, dan 2007.

2.9.3 Penggolongan Inflasi

Berdasarkan asalnya, inflasi dapat digolongkan menjadi dua, yaitu inflasi yang berasal dari dalam negeri dan inflasi yang berasal dari luar negeri. Inflasi berasal dari dalam negeri misalnya terjadi akibat terjadinya defisit anggaran belanja yang dibiayai dengan cara mencetak uang baru dan gagalnya pasar yang berakibat harga bahan makanan menjadi mahal. Sementara itu, inflasi dari luar negeri adalah inflasi yang terjadi sebagai akibat naiknya harga barang impor. Hal ini bisa terjadi akibat biaya produksi barang di luar negeri tinggi atau adanya kenaikan tarif impor barang.

Inflasi juga dapat dibagi berdasarkan besarnya cakupan pengaruh terhadap harga. Jika kenaikan harga yang terjadi hanya berkaitan dengan satu atau dua barang tertentu, inflasi itu disebut inflasi tertutup (*Closed Inflation*). Namun, apabila kenaikan harga terjadi pada semua barang secara umum, maka inflasi itu disebut sebagai inflasi terbuka (*Open Inflation*). Sedangkan apabila serangan inflasi demikian hebatnya sehingga setiap saat harga-harga terus berubah dan meningkat sehingga orang tidak dapat menahan uang lebih lama disebabkan nilai uang terus merosot disebut inflasi yang tidak terkendali (Hiperinflasi).

Berdasarkan keparahannya inflasi juga dapat dibedakan :

- a. Inflasi ringan (kurang dari 10% / tahun)
- b. Inflasi sedang (antara 10% sampai 30% / tahun)
- c. Inflasi berat (antara 30% sampai 100% / tahun)
- d. Hiperinflasi (lebih dari 100% / tahun)

2.9.4 Mengukur inflasi

Inflasi diukur dengan menghitung perubahan tingkat persentase perubahan sebuah indeks harga. Indeks harga tersebut di antaranya:

- a. Indeks harga konsumen (IHK) atau *consumer price index* (CPI), adalah indeks yang mengukur harga rata-rata dari barang tertentu yang dibeli h konsumen.

- b. Indeks biaya hidup atau *cost-of-living index* (COLI).
- c. Indeks harga produsen adalah indeks yang mengukur harga rata-rata dari barang-barang yang dibutuhkan produsen untuk melakukan proses produksi. IHP sering digunakan untuk meramalkan tingkat IHK di masa depan karena perubahan harga bahan baku meningkatkan biaya produksi, yang kemudian akan meningkatkan harga barang-barang konsumsi.
- d. Indeks harga komoditas adalah indeks yang mengukur harga dari komoditas-komoditas tertentu.
- e. Indeks harga barang-barang modal
- f. Deflator PDB menunjukkan besarnya perubahan harga dari semua barang baru, barang produksi lokal, barang jadi, dan jasa.

2.9.5 Dampak Inflasi

Inflasi memiliki dampak positif dan dampak negatif- tergantung parah atau tidaknya inflasi. Apabila inflasi itu ringan, justru mempunyai pengaruh yang positif dalam arti dapat mendorong perekonomian lebih baik, yaitu meningkatkan pendapatan nasional dan membuat orang bergairah untuk bekerja, menabung dan mengadakan investasi. Sebaliknya, dalam masa inflasi yang parah, yaitu pada saat terjadi inflasi tak terkendali (hiperinflasi), keadaan perekonomian menjadi kacau dan perekonomian dirasakan lesu. Orang menjadi tidak bersemangat kerja, menabung, atau mengadakan investasi dan produksi karena harga meningkat dengan cepat. Para penerima pendapatan tetap seperti pegawai negeri atau karyawan swasta serta kaum buruh juga akan kewalahan menanggung dan mengimbangi harga sehingga hidup mereka menjadi semakin merosot dan terpuruk dari waktu ke waktu.

Bagi masyarakat yang memiliki pendapatan tetap, inflasi sangat merugikan. Kita ambil contoh seorang pensiunan pegawai negeri tahun 1990. Pada tahun 1990, uang pensiunnya cukup untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, namun di tahun 2003 -atau tiga belas tahun kemudian, daya beli uangnya mungkin hanya tinggal setengah. Artinya, uang pensiunnya tidak *lagi* cukup untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Sebaliknya, orang yang mengandalkan pendapatan berdasarkan keuntungan, seperti misalnya pengusaha, tidak dirugikan

dengan adanya inflasi. Begitu juga halnya dengan pegawai yang bekerja di perusahaan dengan gaji mengikuti tingkat inflasi.

Inflasi juga menyebabkan orang enggan untuk menabung karena nilai mata uang semakin menurun. Memang, tabungan menghasilkan bunga, namun jika tingkat inflasi di atas bunga, nilai uang tetap saja menurun. Bila orang enggan menabung, dunia usaha dan investasi akan sulit berkembang. Karena, untuk berkembang dunia usaha membutuhkan dana dari bank yang diperoleh dari tabungan masyarakat. Bagi orang yang meminjam uang kepada bank (debitur), inflasi menguntungkan, karena pada saat pembayaran utang kepada kreditur, nilai uang lebih rendah dibandingkan pada saat meminjam. Sebaliknya, kreditur atau pihak yang meminjamkan uang akan mengalami kerugian karena nilai uang pengembalian lebih rendah jika dibandingkan pada saat peminjaman.

Bagi produsen, inflasi dapat menguntungkan bila pendapatan yang diperoleh lebih tinggi daripada kenaikan biaya produksi. Bila hal ini terjadi, produsen akan terdorong untuk melipatgandakan produksinya (biasanya terjadi pada pengusaha besar). Namun, bila inflasi menyebabkan naiknya biaya produksi hingga pada akhirnya merugikan produsen, maka produsen enggan untuk meneruskan produksinya. Produsen bisa menghentikan produksinya untuk sementara waktu. Bahkan, bila tidak sanggup mengikuti laju inflasi, usaha produsen tersebut mungkin akan bangkrut (biasanya terjadi pada pengusaha kecil).

Secara umum, inflasi dapat mengakibatkan berkurangnya investasi di suatu negara, mendorong kenaikan suku bunga, mendorong penanaman modal yang bersifat spekulatif, kegagalan pelaksanaan pembangunan, ketidakstabilan ekonomi, defisit neraca pembayaran, dan merosotnya tingkat kehidupan dan kesejahteraan masyarakat.

Bank sentral memainkan peranan penting dalam mengendalikan inflasi. Bank sentral suatu negara pada umumnya berusaha mengendalikan tingkat inflasi pada tingkat yang wajar. Beberapa bank sentral bahkan memiliki kewenangan yang independen yaitu kebijakannya tidak boleh diintervensi oleh pihak di luar termasuk pemerintah. Hal ini disebabkan karena sejumlah studi menunjukkan bahwa bank sentral yang kurang independen salah satunya disebabkan intervensi

pemerintah yang bertujuan menggunakan kebijakan moneter untuk mendorong perekonomian akan mendorong tingkat inflasi yang lebih tinggi.

2.9.6 Menghitung Angka Inflasi

Laju inflasi bulanan dihitung dengan rumus :

$$I_n = \frac{IHK_n - IHK_{(n-1)}}{IHK_{(n-1)}}$$

dengan :

I_n = inflasi bulan ke- n

IHK_n = Indeks Harga Konsumen bulan ke- n

$IHK_{(n-1)}$ = Indeks Harga Konsumen bulan ke $(n-1)$

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Pada tesis ini ada dua kajian utama yang akan dilakukan, yaitu kajian simulasi dan aplikasi. Sesuai dengan permasalahan yang akan dibahas dalam tesis ini, maka bahan yang digunakan adalah :

1. Data hasil simulasi SETAR dan Perubahan Struktur.
2. Data kasus untuk menerapkan pendekatan SETAR dan Perubahan Struktur. Data yang digunakan adalah data inflasi bulanan Surabaya mulai tahun Januari 1989 sampai dengan Desember 2008.

Sedangkan software yang digunakan untuk mengolah data adalah software R versi 2.7.2, SAS versi 9 dan Minitab versi 14.

3.2 Langkah-Langkah Analisis Data

Langkah-langkah untuk menjawab permasalahan dalam penelitian, analisis ini dijabarkan dalam 2 tahap, tahap pertama adalah studi Simulasi terdiri dari simulasi data dengan SETAR, simulasi data dengan Perubahan Struktur. Tahap kedua adalah mengaplikasikan model SETAR dan Perubahan Struktur pada data riil dengan langkah-langkah membuat deskriptif data inflasi bulanan Surabaya, analisis data inflasi bulanan Surabaya dengan SETAR, analisis data inflasi bulanan Surabaya dengan Perubahan Struktur dan terakhir perbandingan model SETAR dan Perubahan Struktur untuk data inflasi bulanan Surabaya berdasarkan ramalan *in-sample* dan *out-sample* untuk mendapatkan model terbaik.

3.2.1. Studi Simulasi

Untuk menjawab permasalahan pertama dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

A. Metode SETAR

Studi simulasi dilakukan dengan membangkitkan beberapa model SETAR (2,1,1) yaitu SETAR dengan 1 *threshold* (2 *regime*), *regime lower* dan *upper*

mengikuti AR(1). Masing-masing model dibangkitkan dengan $n = 300$, $delay = d = 1$, $threshold = r$, a_t mengikuti distribusi Normal dengan rata-rata 0 dan varians 1, konstanta 1 = $\theta_{0,L}$, konstanta 2 = $\theta_{0,U}$ dengan nilai $\phi_{1,L}$ dan $\phi_{1,U}$ yang berbeda-beda. Persamaan umum model sebagaimana dituliskan dalam persamaan 2.8.

Tabel 3.1 Model SETAR yang akan dibangkitkan

Parameter	Model 1	Model 2	Model 3
$\phi_{1,L}$	0,3	0,6	0,9
$\phi_{1,U}$	-0,3	-0,6	-0,9
r	0	5	5
$\theta_{0,L}$	0	5	5
$\theta_{0,U}$	0	5	5

Mean untuk model AR(1) diperoleh dengan rumus $\mu = \theta_{0,i} / (1 - \phi_{1,i})$, $i = L$ atau U

Nilai berbeda yang diberikan pada $\phi_{1,L}$ dan $\phi_{1,U}$ untuk mengetahui variasi model.

Secara matematis masing-masing model dapat dituliskan sebagai berikut:

a. Model 1

$$Z_t = \begin{cases} 0.3Z_{t-1} + a_{t,L} & \text{jika } Z_{t-1} \leq 0 \\ -0.3Z_{t-1} + a_{t,U} & \text{jika } Z_{t-1} > 0 \end{cases} \quad (3.2)$$

b. Model 2

$$Z_t = \begin{cases} 5 + 0.6Z_{t-1} + a_{t,L} & \text{jika } Z_{t-1} \leq 5 \\ 5 - 0.6Z_{t-1} + a_{t,U} & \text{jika } Z_{t-1} > 5 \end{cases} \quad (3.3)$$

c. Model 3

$$Z_t = \begin{cases} 5 + 0.9Z_{t-1} + a_{t,L} & \text{jika } Z_{t-1} \leq 5 \\ 5 - 0.9Z_{t-1} + a_{t,U} & \text{jika } Z_{t-1} > 5 \end{cases} \quad (3.4)$$

Setelah membangkitkan data, maka langkah selanjutnya adalah :

- Melakukan uji nonlinieritas Terasvirta.
- Jika data nonlinier maka dilanjutkan pada langkah (c), tetapi jika hasilnya tidak signifikan, menunjukkan bahwa data linier maka digunakan model deret waktu linier seperti AR, MA, ARIMA yang sesuai.
- Menentukan parameter *delay* dan *threshold* dengan kriteria AIC.

- d) Membuat 2 buah variabel *dummy* (berdasarkan jumlah regime) dan mengalikan variabel *dummy* dengan variabel independen yaitu *regime upper* dan *lower*. Pembagian data ke dalam masing-masing *regime* didasarkan pada *threshold* yang diperoleh pada langkah (c). Pemilihan variabel-variabel yang masuk dalam model *Autoregressive* dilakukan menggunakan regresi *stepwise*.
- e) Menaksir parameter ϕ dan θ melalui metode *Ordinary Least Square* yang diperoleh dengan melakukan regresi *stepwise* dan regresi *dummy* terhadap parameter yang signifikan sebagaimana pada langkah (d).
- f) Mendapatkan model *Autoregressive* dan membandingkan model yang diperoleh tersebut dengan model yang disimulasikan berdasarkan konfiden interval dan bias.
- g) Menguji asumsi residual white noise (uji Ljung-Box) dan berdistribusi normal (uji Kolmogorov smirnov) dari model yang diperoleh dari langkah (f).
- h) Mendapatkan model Perubahan Struktur untuk simulasi SETAR dengan langkah-langkah sebagaimana dijelaskan dalam subbab 3.2.1 B dan membandingkan kedua model berdasarkan MSE, konfiden interval dan bias untuk memperoleh metode terbaik.

Langkah-langkah simulasi tersebut dijelaskan dalam Diagram Alir Gambar 3.1.

B. Metode Perubahan Struktur

Studi simulasi dilakukan dengan membangkitkan beberapa model Perubahan Struktur dengan 1 *break* (2 segmen), yaitu :

Membangkitkan 3 buah model *Autoregressive* yang diberi Perubahan Struktur pada T tertentu, dengan $n = 300$, $T = 20, 175$ dan 175 berturut-turut untuk model 1, 2, dan 3, a_t mengikuti distribusi Normal dengan rata-rata 0 dan varians 1, dengan konstanta 1 = $\theta_{0,1}$ dan konstanta 2 = $\theta_{0,2}$ dan nilai $\phi_{1,1}$ dan $\phi_{1,2}$ yang berbeda-beda.

Tabel 3.2 Model Perubahan Struktur yang akan dibangkitkan

Parameter	Model 1	Model 2	Model 3
$\phi_{1,1}$	0,7	0,7	0,3
$\phi_{1,2}$	0,7	0,7	0,3
T	20	175	175
$\theta_{0,1}$	1,5	0,6	10,5
$\theta_{0,2}$	4,5	2,4	3,5
μ_1	5	2	15
μ_2	15	8	5

Model simulasi tersebut secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

a. Model 1

$$Z_t = \begin{cases} 1,5 + 0,7Z_{t-1,1} + a_{t,1} & \text{jika } T \leq 20 \\ 4,5 + 0,7Z_{t-1,2} + a_{t,2} & \text{jika } T > 20 \end{cases} \quad (3.5)$$

b. Model 2

$$Z_t = \begin{cases} 0,6 + 0,7Z_{t-1,1} + a_{t,1} & \text{jika } T \leq 175 \\ 2,4 + 0,7Z_{t-1,2} + a_{t,2} & \text{jika } T > 175 \end{cases} \quad (3.6)$$

c. Model 3

$$Z_t = \begin{cases} 10,5 + 0,3Z_{t-1,1} + a_{t,1} & \text{jika } T \leq 175 \\ 3,5 + 0,3Z_{t-1,2} + a_{t,2} & \text{jika } T > 175 \end{cases} \quad (3.7)$$

Setelah membangkitkan data, maka langkah selanjutnya adalah :

- Melakukan uji nonlinieritas Terasvirta.
- Jika data nonlinier maka dilanjutkan pada langkah (c), tetapi jika hasilnya tidak signifikan, menunjukkan bahwa data linier maka digunakan model deret waktu linier seperti AR, MA, ARIMA yang sesuai.
- Menentukan orde $ARI(p,d)$ atau *Autoregressive* awal pada data, yaitu dari plot PACF data yang telah stasioner baik dalam mean dan varians.
- Mengembalikan variabel-variabel pada model *Autoregressive* awal ke bentuk variabel awal.
- Melakukan uji Perubahan Struktur dengan sup F .

- f) Jika signifikan maka dilanjutkan pada langkah (g), tetapi jika hasilnya tidak signifikan, maka digunakan model ARIMA biasa.
- g) Menentukan jumlah *break* dan waktu *break* dengan kriteria BIC.
- h) Membuat variabel *dummy* sejumlah *break* yang diperoleh pada langkah (g) dan mengalikan variabel *dummy* dengan variabel independen. Pembagian data ke dalam masing-masing regime didasarkan pada waktu *break* yang diperoleh pada langkah (g). Pemilihan variabel-variabel yang masuk dalam model *Autoregressive* dengan perubahan struktur dilakukan dengan menggunakan regresi *stepwise*.
- i) Menaksir parameter ϕ dan θ melalui metode *Ordinary Least Square* yang diperoleh dengan melakukan regresi *stepwise* dan regresi *dummy* terhadap parameter yang signifikan sebagaimana pada langkah (h).
- j) Mendapatkan model *Autoregressive* dan membandingkan model yang diperoleh tersebut dengan model yang disimulasikan berdasarkan konfiden interval dan bias.
- k) Menguji asumsi residual white noise (uji Ljung-Box) dan berdistribusi normal (uji Kolmogorov smirnov) dari model yang diperoleh dari langkah (j).
- l) Mendapatkan model SETAR untuk simulasi Perubahan Struktur dengan langkah-langkah sebagaimana dijelaskan dalam subbab 3.2.1 A dan membandingkan kedua model berdasarkan MSE, konfiden interval dan bias untuk memperoleh metode terbaik.

Langkah-langkah simulasi tersebut dijelaskan dalam Diagram Alir Gambar 3.2.

3.2.2. Mengaplikasikan Metode SETAR dan Perubahan Struktur pada data Riil

Selanjutnya untuk menjawab permasalahan kedua dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

A. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif dilakukan terhadap data inflasi Surabaya dengan

membuat boxplot data inflasi bulanan dikumpulkan per bulan dan plot deret waktu serta plot ACF dan PACF untuk mengetahui bagaimana pola data sebenarnya yang nantinya berguna untuk analisis selanjutnya.

B. Metode SETAR

Langkah-langkah analisis data inflasi bulanan Surabaya dengan menggunakan metode SETAR adalah sebagai berikut :

- a) Melakukan uji nonlinieritas Terasvirta.
- b) Jika data nonlinier maka dilanjutkan pada langkah (c), tetapi jika hasilnya tidak signifikan, menunjukkan bahwa data linier maka digunakan model deret waktu linier seperti AR, MA, ARIMA yang sesuai.
- c) Menentukan parameter *delay* dan *threshold* dengan kriteria AIC.
- d) Membuat 2 buah variabel *dummy* (berdasarkan jumlah regime) dan mengalikan variabel *dummy* dengan variabel independen yaitu *regime upper* dan *lower*. Pembagian data ke dalam masing-masing *regime* didasarkan pada *threshold* yang diperoleh pada langkah (c). Pemilihan variabel-variabel yang masuk dalam model *Autoregressive* dengan dilakukan dengan menggunakan regresi *stepwise*.
- e) Menaksir parameter ϕ dan θ melalui metode *Ordinary Least Square* yang diperoleh dengan melakukan regresi *stepwise* dan regresi *dummy* terhadap parameter yang signifikan sebagaimana pada langkah (d).
- f) Mendapatkan model *Autoregressive*.
- g) Menguji asumsi residual white noise (uji Ljung-Box) dan berdistribusi normal (uji Kolmogorov smirnov) dari model yang diperoleh dari langkah (f).
- h) Membuat ramalan *in sample* dan *out sample* masing-masing sebanyak 20 tahap ke depan.

Langkah-langkah analisis tersebut dijelaskan dalam Diagram Alir Gambar 3.3.

C. Metode Perubahan Struktur

Langkah-langkah analisis data inflasi bulanan Surabaya dengan

menggunakan metode Perubahan Struktur adalah sebagai berikut :

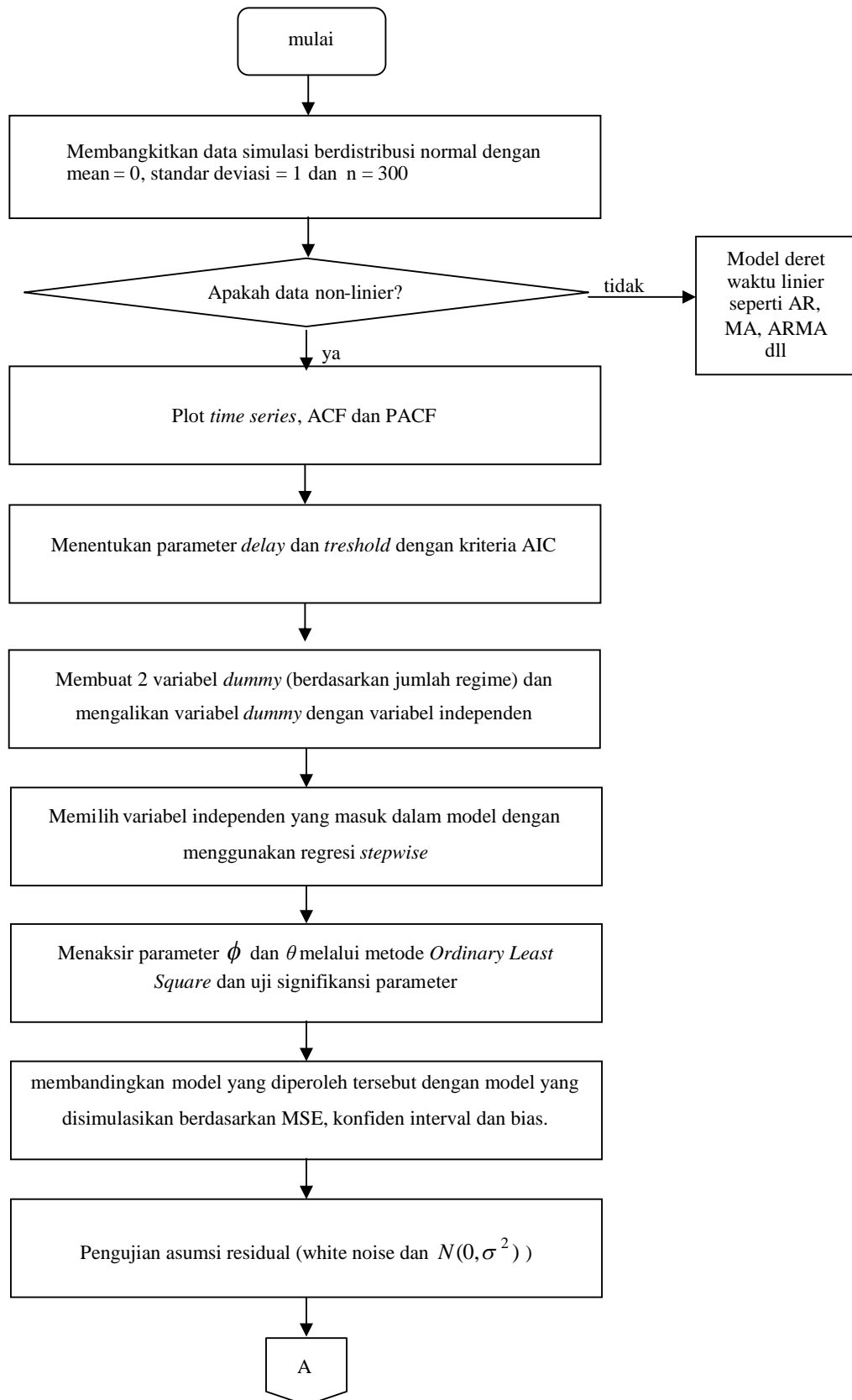
- a) Melakukan uji nonlinieritas Terasvirta.
- b) Jika data nonlinier maka dilanjutkan pada langkah (c), tetapi jika hasilnya tidak signifikan, menunjukkan bahwa data linier maka digunakan model deret waktu linier seperti AR, MA, ARIMA yang sesuai.
- c) Menentukan orde $ARI(p,d)$ atau *Autoregressive* awal pada data, yaitu dari plot PACF data yang telah stasioner baik dalam mean dan varians.
- d) Mengembalikan variabel-variabel pada model *Autoregressive* awal ke bentuk variabel awal.
- e) Melakukan ujiPerubahan Struktur dengan $\sup F$.
- f) Jika signifikan maka dilanjutkan pada langkah (g), tetapi jika hasilnya tidak signifikan, maka digunakan model ARIMA biasa.
- g) Menentukan jumlah *break* dan waktu *break* dengan kriteria BIC.
- h) Membuat variabel *dummy* sejumlah *break* yang diperoleh pada langkah (g) dan mengalikan variabel *dummy* dengan variabel independen. Pembagian data ke dalam masing-masing regime didasarkan pada waktu *break* yang diperoleh pada langkah (g). Pemilihan variabel-variabel yang masuk dalam model *Autoregressive* dengan perubahan struktur dilakukan dengan menggunakan regresi *stepwise*.
- i) Menaksir parameter ϕ dan θ melalui metode *Ordinary Least Square* yang diperoleh dengan melakukan regresi *stepwise* dan regresi *dummy* terhadap parameter yang signifikan sebagaimana pada langkah (h).
- j) Mendapatkan model *Autoregressive* dan membandingkan model yang diperoleh tersebut dengan model yang disimulasikan berdasarkan konfiden interval dan bias.
- k) Menguji asumsi residual white noise (uji Ljung-Box) dan berdistribusi normal (uji Kolmogorov smirnov) dari model yang diperoleh dari langkah (j).
- l) Membuat ramalan *in sample* dan *out sample* masing-masing sebanyak 20 tahap ke depan.

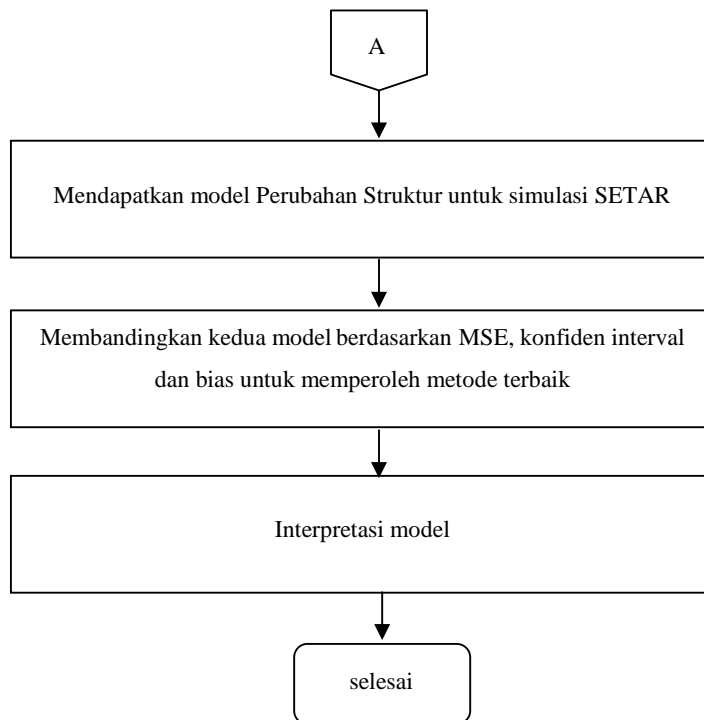
Langkah-langkah analisis tersebut dijelaskan dalam Diagram Alir Gambar 3.4.

D. Perbandingan antara Metode SETAR dan Perubahan Struktur

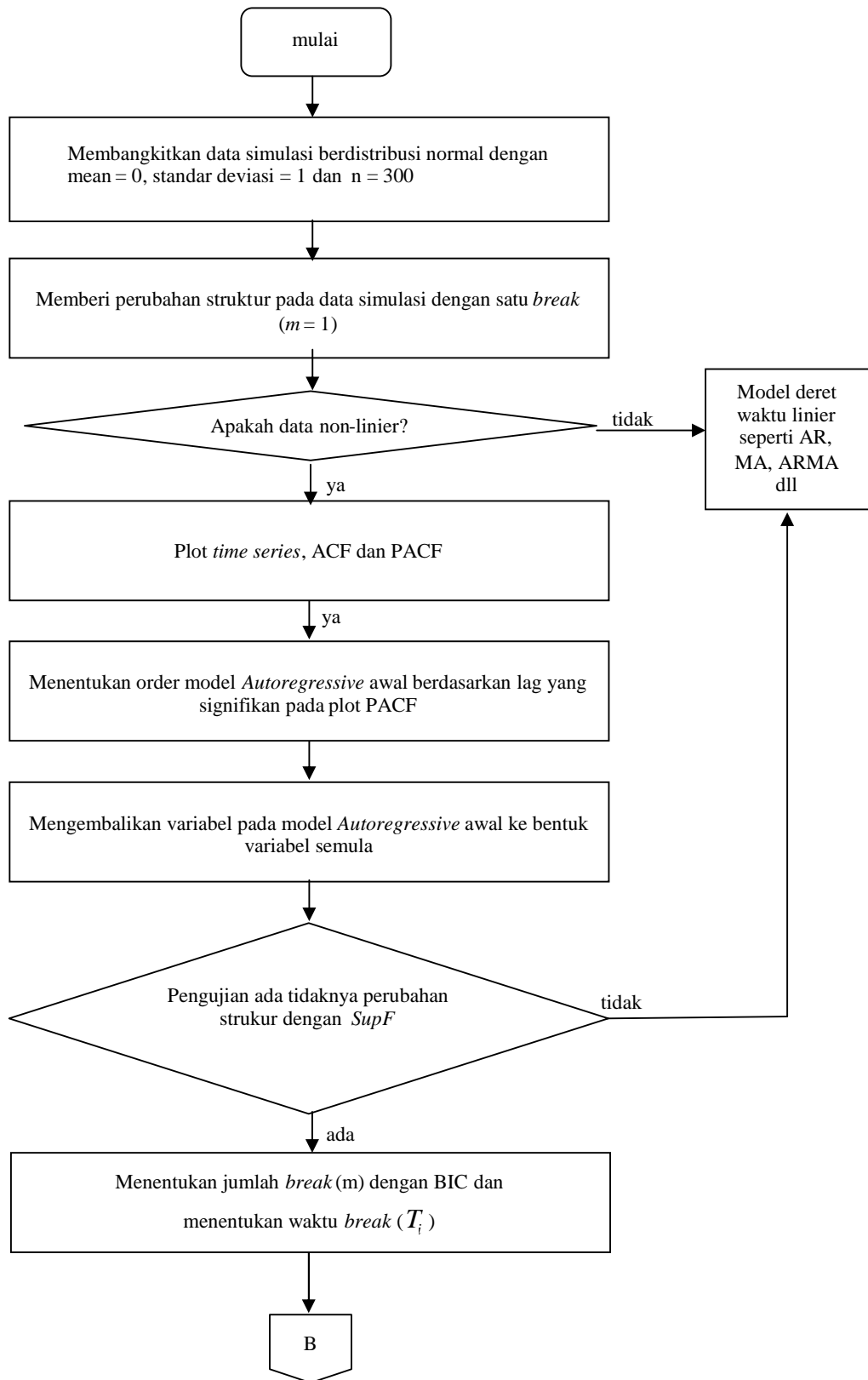
Kriteria-kriteria yang digunakan untuk membandingkan model yang diperoleh dengan metode perubahan struktur dan metode intervensi adalah :

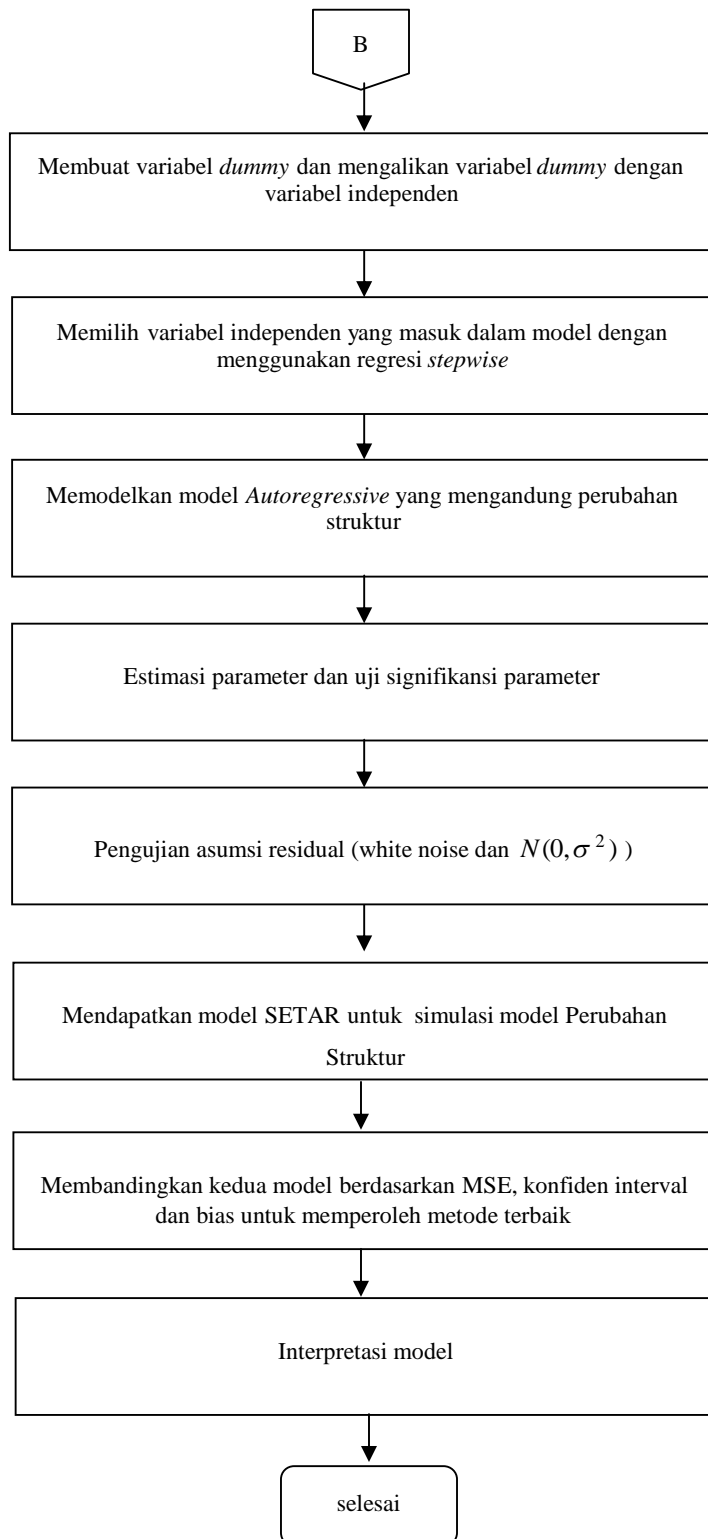
- a) Pemenuhan asumsi residual *white noise*, berdistribusi normal
- b) Pada data *in sample* : kriteria nilai MSE dan AIC terkecil
- c) Pada data *out sample* : kriteria nilai MSE dan RMSE terkecil.
- d) Mengambil kesimpulan model terbaik berdasarkan (b) dan (c).



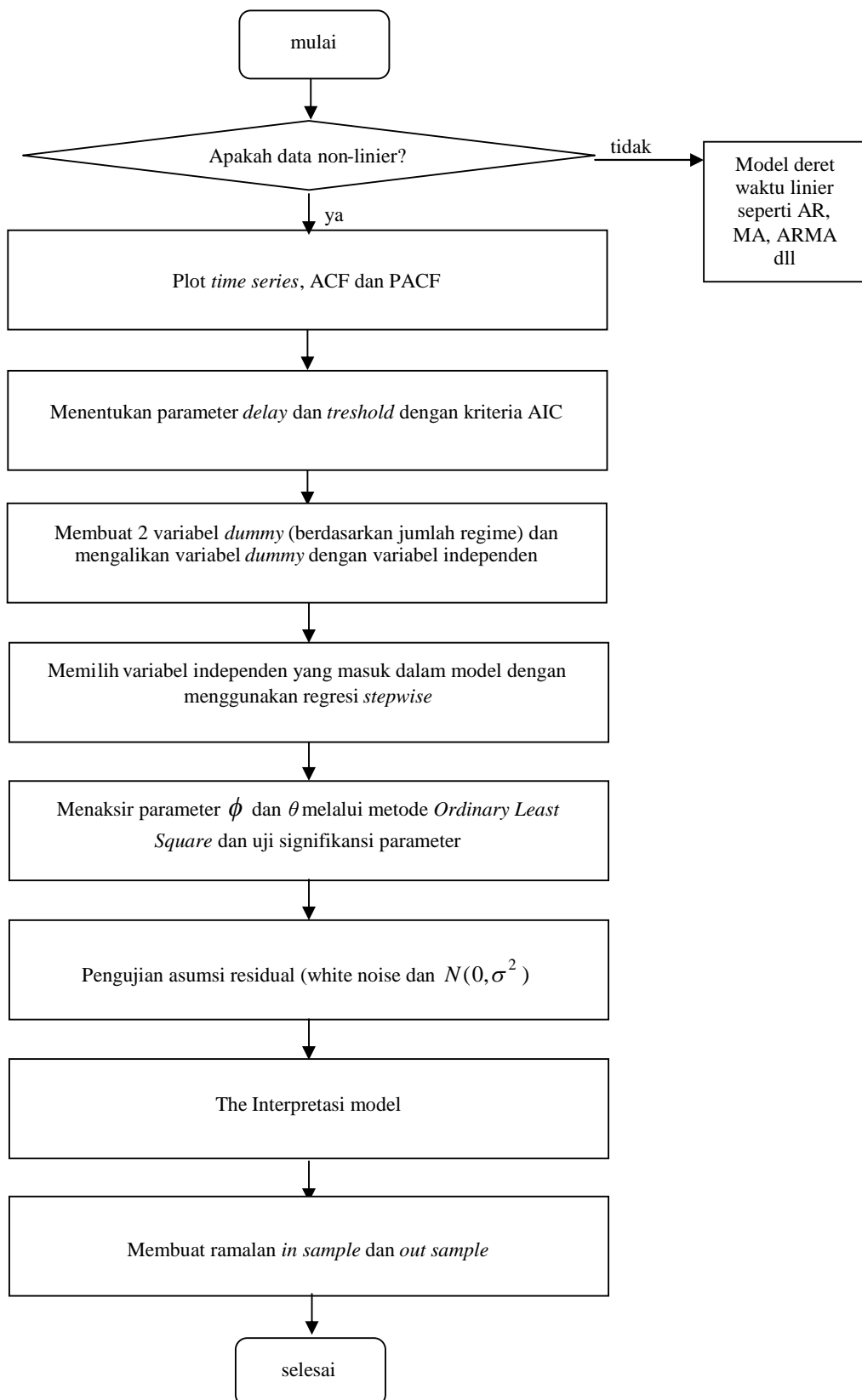


Gambar 3.1 Diagram alir data simulasi metode SETAR

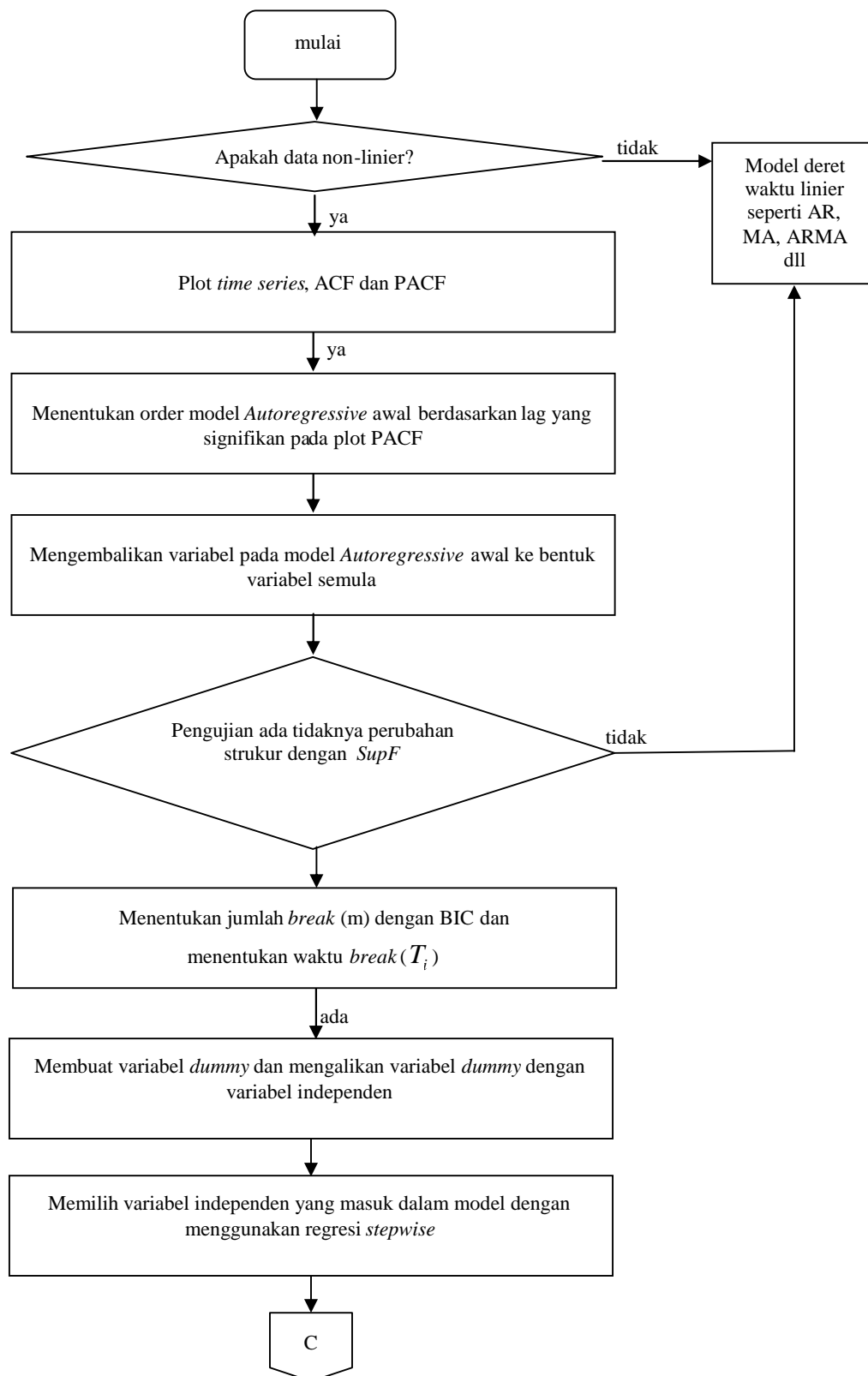


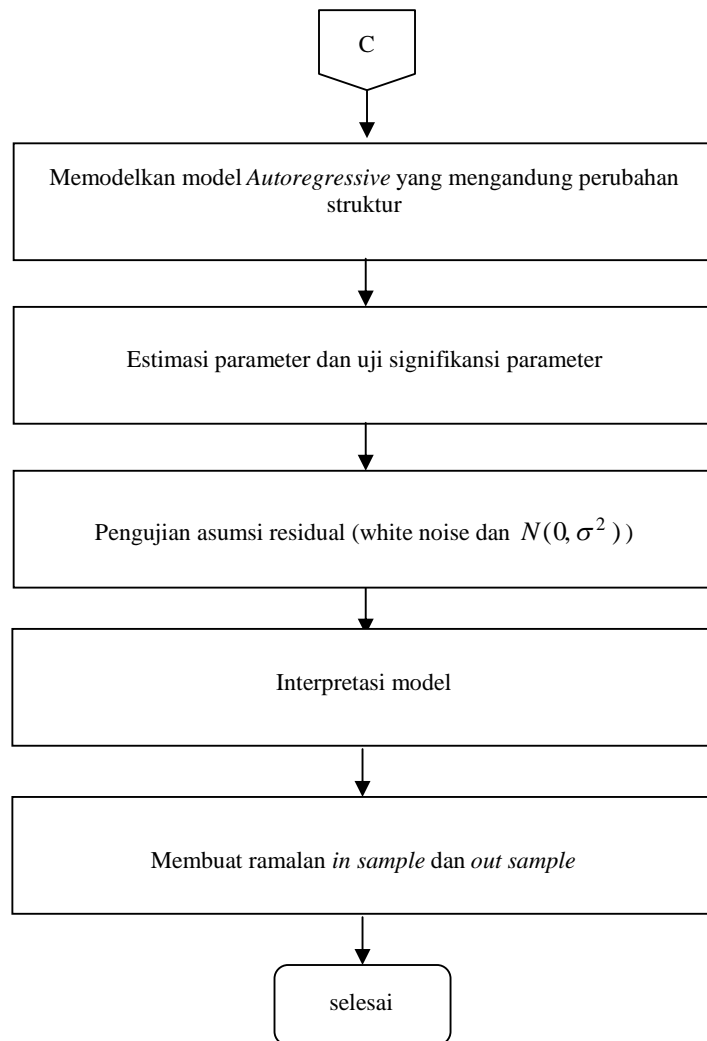


Gambar 3.2 Diagram alir data simulasi metode Perubahan Struktur



Gambar 3.3 Diagram alir analisis data inflasi Surabaya dengan metode SETAR





Gambar 3.4 Diagram alir analisis data inflasi Surabaya dengan metode Perubahan Struktur

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab 4 ini akan dijelaskan hasil analisis data meliputi pembentukan model SETAR dan Perubahan Struktur melalui data simulasi dan data riil. Tahap identifikasi diantaranya plot deret waktu, ACF dan PACF. Pemodelan ARIMA dilakukan dengan menggunakan Software Minitab versi 14 dan SAS versi 9.

Untuk menganalisis dan membangkitkan data serta mengestimasi SETAR, dan Perubahan Struktur digunakan Software R versi 2.7.2 yang dapat di *download* di alamat website <http://www.r-project.org>. Berkaitan dengan model yang digunakan ada beberapa *package* R yang perlu diinstal, diantaranya adalah *tsDyn*, *leaps*, *locfit*, *akima*, *lattice* dan *TSA* untuk simulasi dan pemodelan dengan SETAR sedangkan *package strucchange*, *sandwich*, *foreign*, *relimp*, *MASS*, *lmtest* dan *mgcv* untuk simulasi dan pemodelan dengan Perubahan Struktur.

4.1 Studi Simulasi

Berdasarkan metode penelitian, model penaksiran terbaik akan dipelajari melalui studi simulasi sehingga diperoleh hasil penaksiran terbaik menurut data yang dibangkitkan serta kelebihan dan kelemahan masing-masing model. Pada beberapa kasus, model SETAR dikatakan lebih sensitif terhadap perubahan/ loncatan pada data, sehingga model ini dapat berpindah antar *regime* (*regime* rendah dan *regime* tinggi) setiap waktu (Tong, 1990). Agak berbeda dengan model SETAR, model Perubahan Struktur mensyaratkan perubahan tertentu pada data dengan jumlah data minimal yang tertentu pula untuk setiap perubahan. Untuk mengetahui hal tersebut, maka simulasi dilakukan dengan 2 rancangan, yaitu pertama simulasi khusus model SETAR untuk diestimasi dengan model SETAR dan Perubahan Struktur. Sedangkan rancangan kedua adalah simulasi model Perubahan Struktur dengan membangkitkan model *Autoregressive* yang diberi Perubahan Struktur pada waktu T tertentu dan akan diestimasi dengan model Perubahan Struktur dan SETAR. identifikasi stasioneritas data diperoleh dari plot ACF dan PACF.

4.1.1. Simulasi Model SETAR

Pada bagian ini, studi simulasi dilakukan dengan membangkitkan tiga model SETAR (2,1,1) yaitu SETAR dengan 1 *threshold* (2 *regime*), *regime lower* dan *upper* mengikuti AR(1). Masing-masing model dibangkitkan dengan $n = 300$, $delay = d = 1$, $threshold = r$, a_t mengikuti distribusi Normal dengan rata-rata 0 dan varians 1, konstanta 1 = $\theta_{0,L}$, konstanta 2 = $\theta_{0,U}$ dengan nilai $\phi_{1,L}$ dan $\phi_{1,U}$ yang berbeda-beda.

Pemodelan data dengan SETAR dilakukan dengan beberapa tahap, sebagaimana telah disebutkan pada bab sebelumnya. Tahap awal adalah melakukan uji nonlinieritas Terasvirta. Uji nonlinieritas Terasvirta dilakukan sebagai syarat data dapat dianalisis dengan model SETAR.

Sebelum melakukan analisis hasil simulasi SETAR, data simulasi model 1 sampai dengan 3 dapat digambarkan dalam bentuk diskripsi data sebagai berikut :

Tabel 4.1 Deskriptif data simulasi model SETAR

Model	<i>Regime</i>	N	Mean	SE.Mean	Standart Deviasi	Varians
1	Total	300	-0,1805	0,0561	0,9719	0,9445
	<i>Lower</i>	173	-0,2044	0,0718	0,9449	0,8928
	<i>Upper</i>	126	-0,1582	0,0898	1,0077	1,0154
2	Total	300	3,8890	0,1620	2,8010	7,8470
	<i>Lower</i>	167	6,1130	0,1090	1,4100	1,9880
	<i>Upper</i>	132	1,0816	0,0929	1,0671	1,1386
3	Total	300	2,9700	0,2310	4,0070	16,0530
	<i>Lower</i>	192	5,4910	0,1790	2,4750	6,1280
	<i>Upper</i>	107	-1,5370	0,1430	1,4810	2,1930

Data simulasi model 1 sampai dengan 3 memiliki jumlah data yang tidak simetris pada *regime lower* dan *upper*. Pada model 1 ada 173 data yang masuk pada *regime lower* dan 126 masuk pada *regime upper*. Model 2 memiliki 167 data yang masuk pada *regime lower* dan 132 masuk pada *regime upper*. Sedangkan model 3 ada 192 data yang masuk pada *regime lower* dan 107 masuk pada *regime upper*.

Rangkuman hasil uji nonlinieritas Terasvirta untuk simulasi SETAR model 1 sampai dengan 3 ditampilkan pada Tabel 4.2 berikut:

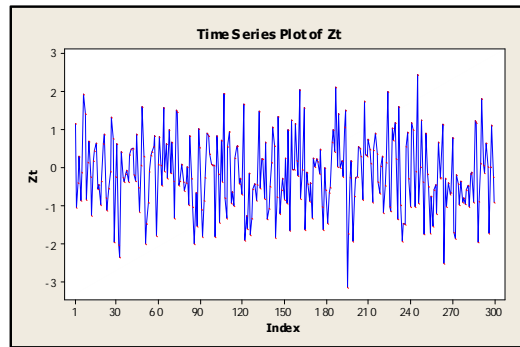
Tabel 4.2 Uji nonlinieritas Terasvirta data simulasi model SETAR

No	χ^2	P_value	Ket
1	8.3622	0.01528	linier
2	123.9792	$< 2.2e-16$	nonlinier
3	274.4094	$< 2.2e-16$	nonlinier

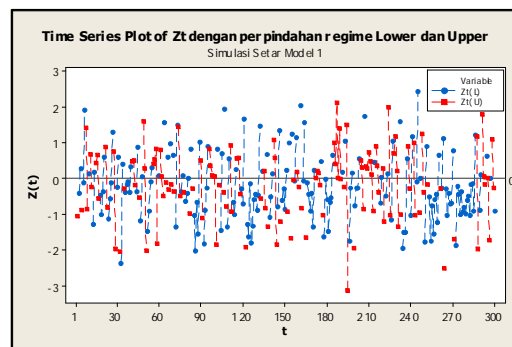
Lebih lengkap untuk listing dan output program R untuk nonlinieritas dapat dilihat pada Lampiran 3.1 (hal.133). Dapat dilihat pada Tabel 4.2 bahwa hasil simulasi SETAR dengan *package* tsDyn pada R 2.7.2 sudah memenuhi sifat nonlinieritas data karena semua p_value lebih kecil dari α (5%). Lebih lengkap untuk listing program R dapat dilihat pada Lampiran 2.4 (hal.138).

A. Simulasi Model 1

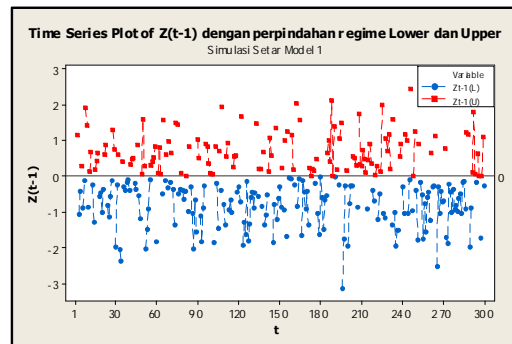
Data simulasi model 1 merupakan model SETAR (2,1,1) dengan $n = 300$, $d = 1$, $r = 0$, $\theta_{0,L} = \theta_{0,U} = \theta_0 = 0$ dengan nilai $\phi_{1,L} = 0,3$ dan $\phi_{1,U} = -0,3$ dan $a_t \sim N(\mu, 1)$. Gambar 4.1(a) memperlihatkan plot data deret waktu Z_t sebanyak 300. Setelah data dibagi ke dalam 2 bagian berdasarkan nilai *threshold* $r = 0$ plot data deret waktu terbagi ke dalam 2 bagian yaitu *regime lower* dan *upper* sebagaimana terlihat pada Gambar 4.1(b) dan 4.1(c). Jika yang diberi garis *threshold* adalah plot data deret waktu dari Z_t , tampak data bisa berpindah tiap saat dari *regime lower* (warna biru) ke *regime upper* (warna merah) atau sebaliknya sebagaimana ditunjukkan Gambar 4.1(b). Tetapi jika yang diberi garis *threshold* adalah plot data deret waktu dari Z_{t-1} (Gambar 4.1(c)), maka tampak jelas semua *regime lower* berada dibawah garis *threshold* dan *regime upper* diatas garis *threshold*. Sedangkan untuk melihat distribusi sebaran data sebagaimana digambarkan pada Gambar 4.1(d) baik *regime lower* dan *upper* terlihat mengikuti distribusi Normal dan kurvanya tampak seperti bimodal yang hampir berhimpit.



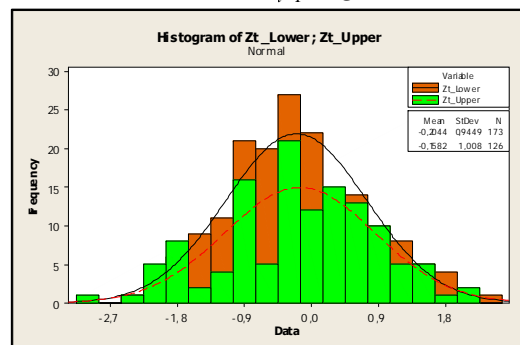
(a) Plot data deret waktu Z_t



(b) Plot data deret waktu Z_t regime lower dan upper

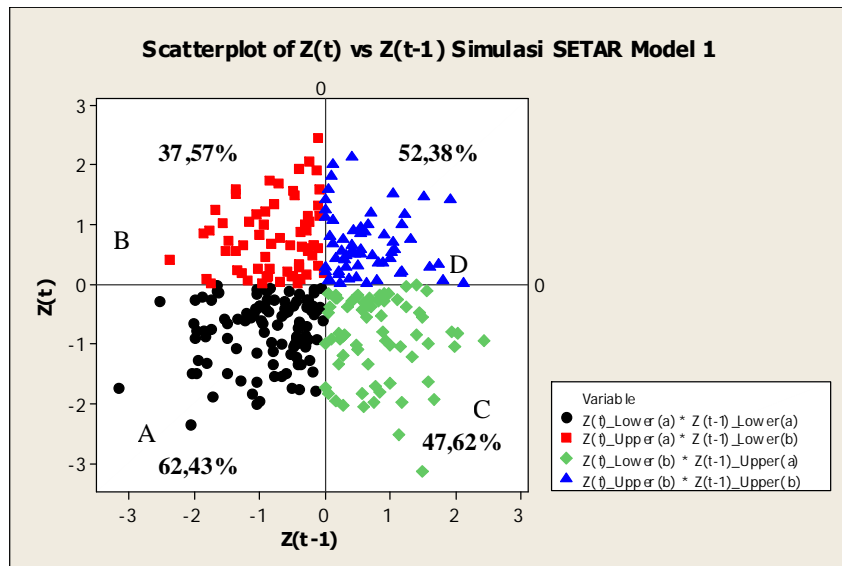


(c) Plot data deret waktu Z_{t-1} regime lower dan upper



(d) Histogram Z_t regime lower dan upper

Gambar 4.1 Plot data simulasi SETAR model 1

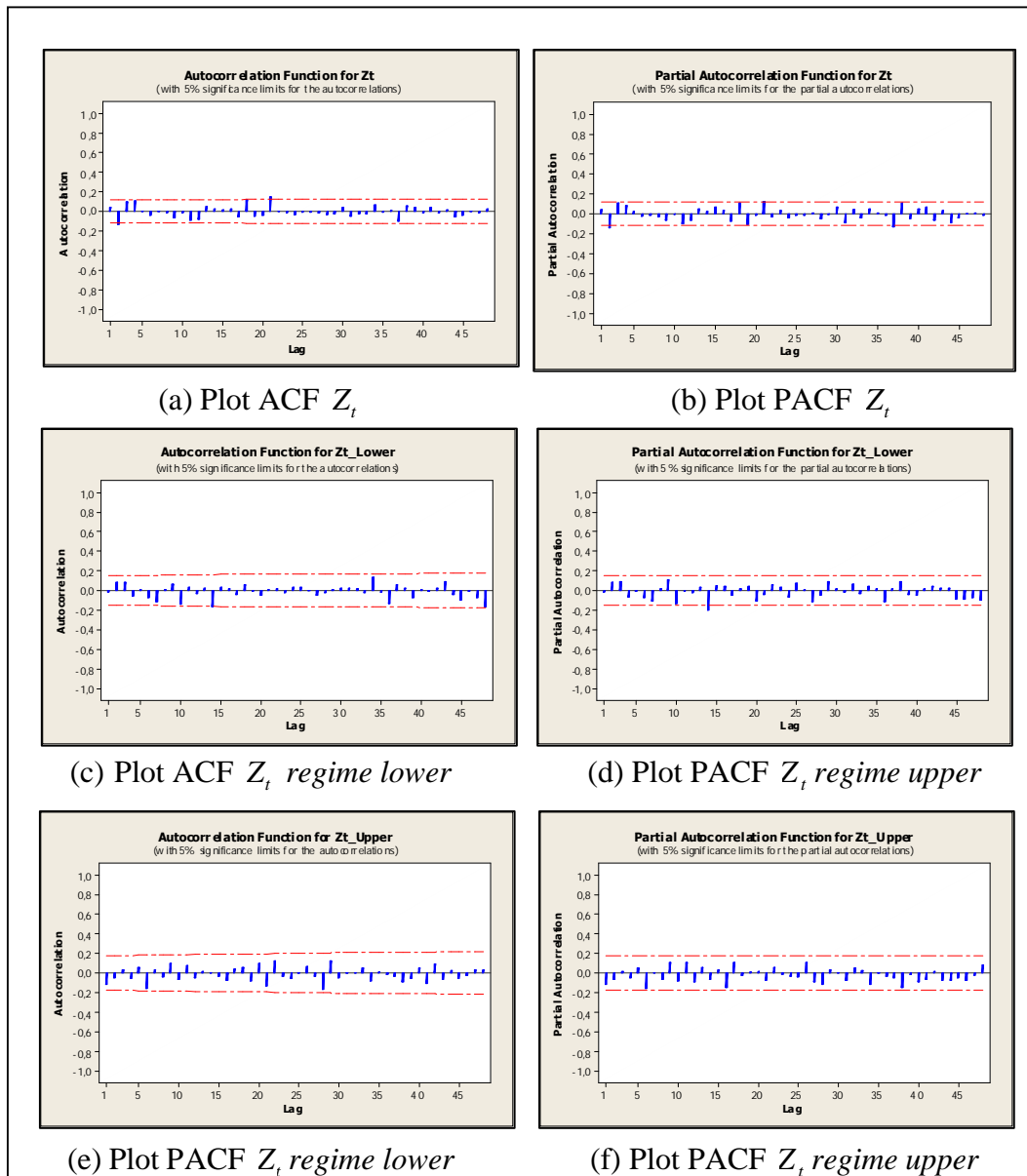


Gambar 4.2 Plot Z_t dan Z_{t-1} data simulasi SETAR model 1

Gambar 4.2 menunjukkan secara jelas hubungan antara Z_t dan Z_{t-1} dengan pemilihan parameter $delay = 1$. *Threshold* $r = 0$ memisahkan Z_{t-1} menjadi dua kelompok yaitu *regime lower* dan *upper*. Apabila pada Z_t diberikan pembatas $r = 0$ juga, maka akan tampak plot Z_t dan Z_{t-1} memiliki 4 daerah. Daerah A merupakan daerah *Lower-Lower* sebanyak 108 data, daerah B merupakan daerah *Lower-Upper* sebanyak 65 data, daerah C merupakan daerah *Upper-Lower* sebanyak 66 data dan daerah D merupakan daerah *Upper-Upper* sebanyak 60 data. Deskriptif pembagian wilayah *lower* & *upper* simulasi setar model 1 diberikan pada Lampiran 7.1 A (hal.193). Daerah A dan B menggambarkan bahwa data yang jatuh pada *regime lower*, memiliki kemungkinan untuk tetap di *regime lower* (A) sebesar 62,43% atau berpindah pada *regime upper* (B) sebesar 37,57%. Sedangkan daerah C dan D menggambarkan bahwa data yang jatuh pada *regime upper*, memiliki kemungkinan untuk memiliki kemungkinan untuk tetap di *regime upper* (D) sebesar 52,38% atau berpindah pada *regime lower* (C) sebesar 47,62%.

Estimasi nilai *delay*, *threshold*, orde AR *regime lower* dan *regime upper* dipilih melalui nilai AIC minimum (MAIC) untuk setiap kombinasi nilai d . Listing program R untuk menampilkan nilai ini diberikan pada Lampiran 2.3.A. (hal.136). Pada Tabel 4.2, model yang memberikan estimasi AIC terkecil adalah

model SETAR (2,0,3) dengan *delay* 1, *threshold* $-0,2759$ dengan AIC 809,7 dan SETAR (2,3,0) *delay* 2, *threshold* $0,4741$ dengan AIC 809,1. *Package* tsDyn dalam program R 2.7.2 belum bisa memilih model AR *subset* sehingga model yang diberikan adalah model yang memberikan nilai AIC yang minimum tanpa memperhatikan signifikansi dari parameter yang ada dalam model, dengan demikian model-model ini bukan merupakan model akhir akan tetapi akan dijadikan sebagai petunjuk untuk memilih model terbaik.



Gambar 4.3 Plot ACF dan PACF data simulasi SETAR model 1

Tabel 4.2 Hasil Estimasi nilai d , r , p_1 dan p_2 model 1

d	AIC	r	p_1	p_2
1	809,7	-0,2759	0	3
2	809,1	0,4741	3	0
3	818,2	-0,3815	0	4
4	817,5	-0,6650	1	3

Dugaan model tersebut kemudian dianalisis dengan cara membuat variabel *dummy* untuk kedua *regime*. Model yang sudah di *dummy* ini kemudian didekati dengan metode OLS melalui pendekatan regresi *Stepwise* menggunakan bantuan *package* Minitab 14. Setelah diperoleh model terbaik melalui regresi *stepwise* dilakukan regresi terhadap *regime lower* dan *regime upper*.

Parameter yang dimasukkan dalam regresi *stepwise* dipilih berdasarkan estimasi nilai AIC terkecil pada Tabel 4.2 yaitu *dummy* untuk *lower* ($\theta_{0,L}$) dan *upper* ($\theta_{0,U}$), $Z_{(t-1),L}$; $Z_{(t-2),L}$; $Z_{(t-3),L}$ pada *regime lower* dan $Z_{(t-1),U}$; $Z_{(t-2),U}$; $Z_{(t-3),U}$ pada *regime upper*. Dicobakan dua alternatif dengan memasukkan dan tidak memasukkan *intercept* dalam model (Lampiran 4.1.C hal.143)

Tabel 4.3 Hasil estimasi parameter SETAR (2, p_1 , p_2) model 1

Model SETAR	Parameter	Koefisien	SE Koef	t_{hit}	P-value	MSE
(2, 0, 3)	$\theta_{0,L}$	-0,30961	0,07992	-3,87	0,000	0,8814
	$\theta_{0,U}$	0,43390	0,12890	3,37	0,001	
	$\phi_{1,U}$	-0,33160	0,12110	-2,74	0,007	
	$\phi_{2,U}$	-0,24204	0,08226	-2,94	0,004	
	$\phi_{3,U}$	0,16734	0,07796	2,15	0,033	
(2, 0, 3)	$\phi_{0,L}$	-0,30961	0,07999	-3,87	0,000	0,883
	$\phi_{1,U}$	-0,23661	0,09327	-2,54	0,012	
	$\phi_{2,U}$	-0,25192	0,08193	-3,07	0,002	
	$\phi_{3,U}$	0,14912	0,07661	1,95	0,053	

Kedua model diatas memenuhi syarat signifikansi parameter sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.3, uji *white noise* dan normalitas residual (Lampiran 4.1.D hal.145). Model SETAR(2,0,3) dengan *delay* 1 dan *threshold* -0.2759

terletak pada angka 0,5129 adalah model dengan nilai MSE minimum 0,8814, sehingga model ini dipilih menjadi model terbaik. Secara matematis, model terbaik dari model SETAR untuk data simulasi model 1 dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Z_t = \begin{cases} -0.30961 + a_{t,L} & \text{jika } Z_{t-1} \leq -0.2759 \\ 0.43390 - 0.33160Z_{t-1,2} - 0.24204Z_{t-2,2} + \\ 0.16734Z_{t-3,2} + a_{t,U} & \text{jika } Z_{t-1} > -0.2759 \end{cases}$$

Model terbaik tersebut menunjukkan bahwa pada data simulasi 1, pada *regime* rendah yaitu pada saat $Z_{t-1} \leq -0.2759$ hanya dipengaruhi oleh konstanta, sedangkan pada saat $Z_{t-1} > -0.2759$ pengamatan dipengaruhi oleh konstanta dan oleh satu pengamatan sebelumnya sebesar -0.3316 , dua pengamatan sebelumnya sebesar -0.24204 dan tiga pengamatan sebelumnya sebesar 0.16734 . Model ini tidak sesuai dengan rancangan simulasi awal yaitu SETAR (2,1,1). Ketidaksesuaian terjadi karena pada parameter AR yang dipilih baik untuk *regime lower* dan *upper* dekat dengan 0.

B. Simulasi Model 2

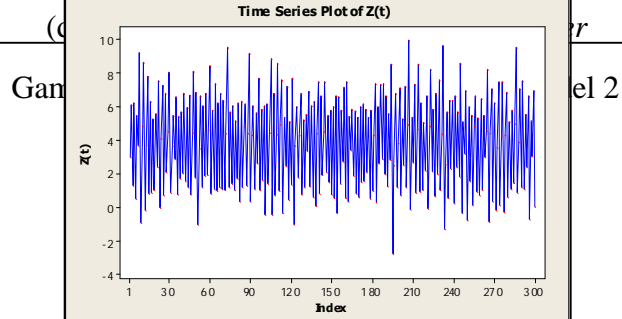
Data simulasi model 2 merupakan model SETAR (2,1,1) dengan $n = 300$, $d = 1$, $r = 5$, $\theta_{0,L} = 5$, $\theta_{0,U} = 5$ dengan nilai $\phi_{1,L} = 0.6$ dan $\phi_{1,U} = -0.6$ dan $a_t \sim N(\mu, 1)$. Gambar 4.4(a) memperlihatkan plot data deret waktu Z_t . Setelah data dibagi ke dalam 2 bagian berdasarkan nilai *threshold* $r = 5$ plot data deret waktu terbagi ke dalam 2 bagian yaitu *regime lower* dan *upper*. Jika yang diberi garis *threshold* adalah plot data deret waktu dari Z_t , tampak data bisa berpindah tiap saat dari *regime lower* (warna biru) ke *regime upper* (warna merah) atau sebaliknya sebagaimana ditunjukkan Gambar 4.4(b).

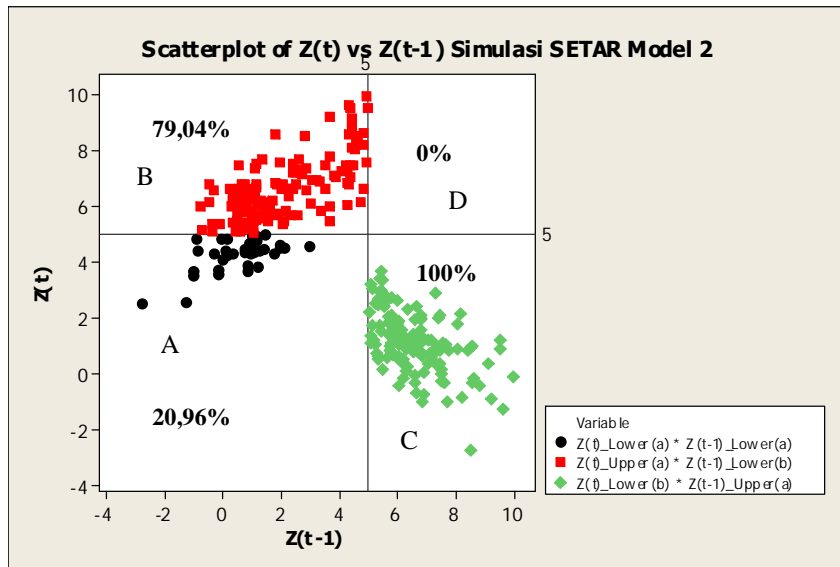
Tetapi jika yang diberi garis *threshold* adalah plot data deret waktu dari Z_{t-1} (Gambar 4.4(c)), maka tampak jelas semua *regime lower* berada dibawah garis *threshold* dan *regime upper* diatas garis *threshold*. Sedangkan Gambar 4.4(d) baik *regime lower* dan *upper* terlihat mengikuti distribusi Normal dan kurvanya tampak seperti bimodal tetapi tidak berhimpit sebagaimana model 1.

(a) Plot data deret waktu Z_t

(b) Plot data deret waktu Z_t *regime lower* dan *upper*

(c) Plot data deret waktu Z_{t-1} *regime lower* dan *upper*

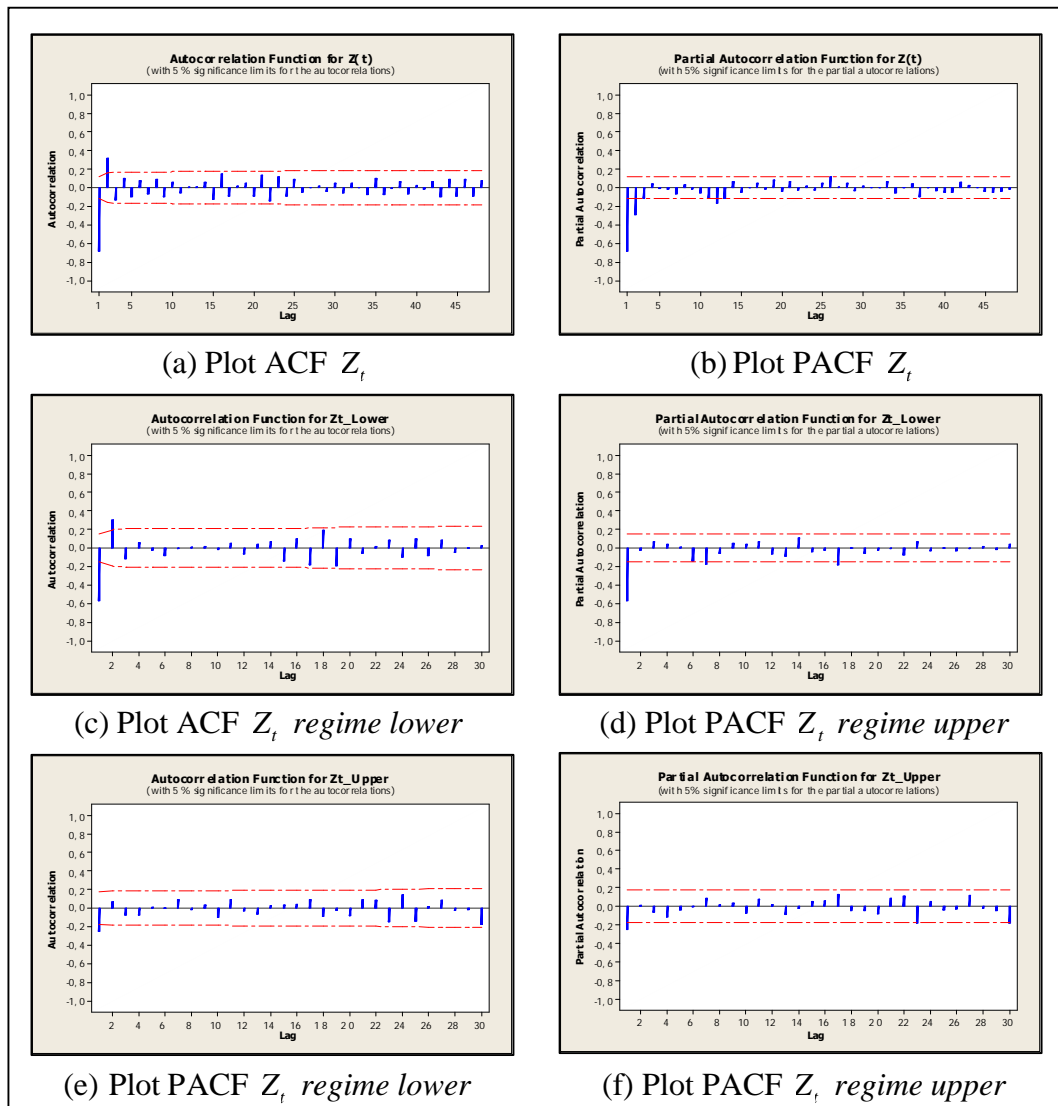




Gambar 4.5 Plot Z_t dan Z_{t-1} data simulasi SETAR model 2

Gambar 4.5 menunjukkan secara jelas hubungan antara Z_t dan Z_{t-1} dengan pemilihan parameter $delay=1$. *Threshold* $r=5$ memisahkan Z_{t-1} menjadi dua kelompok yaitu *regime lower* dan *upper*. Apabila pada Z_t diberikan pembatas $r=5$ juga, maka akan tampak plot Z_t dan Z_{t-1} memiliki 4 daerah. Daerah A merupakan daerah *Lower-Lower*, sebanyak 35 data, daerah B merupakan daerah *Lower-Upper* sebanyak 132 data, daerah C merupakan *Upper-Lower* sebanyak 132 data dan daerah D merupakan daerah *Upper-Upper* sebanyak 0 data. Deskriptif pembagian wilayah *lower* & *upper* simulasi setar model 1 diberikan pada Lampiran 7.1 B (hal.193). Daerah A dan B menggambarkan bahwa data yang jatuh pada *regime lower*, memiliki kemungkinan untuk tetap di *regime lower* (A) sebesar 20,96% atau berpindah pada *regime upper* (B) sebesar 79,04%. Sedangkan daerah C dan D menggambarkan bahwa data yang jatuh pada *regime upper*, memiliki kemungkinan untuk selalu berpindah pada *regime lower* (D).

Estimasi nilai *delay*, *threshold*, orde AR *regime lower* dan *regime upper* dipilih melalui nilai AIC minimum (MAIC) untuk setiap kombinasi nilai d . Listing program R untuk menampilkan nilai ini diberikan pada Lampiran 2.3.A (hal.136). Pada Tabel 4.4, model yang memberikan estimasi AIC terkecil adalah model SETAR (2,1,1) dengan *delay* 1, *threshold* 4,998 dengan AIC 820,6 dan SETAR (2,2,4) *delay* 2, *threshold* 4,998 dengan AIC 1059.



Gambar 4.6 Plot ACF dan PACF data simulasi SETAR model 2

Tabel 4.4 Hasil estimasi nilai d , r , p_1 dan p_2 model 2

d	AIC	r	p_1	p_2
1	820,6	4,998	1	1
2	1059,0	4,998	2	4
3	1158,0	5,439	3	2
4	1203,0	5,098	4	1

Langkah selanjutnya adalah memilih model terbaik melalui regresi *stepwise*. Parameter yang dimasukkan dalam regresi *stepwise* dipilih berdasarkan estimasi nilai AIC terkecil pada Tabel 4.4 yaitu *dummy* untuk *lower* ($\theta_{0,L}$) dan *upper* ($\theta_{0,U}$), $Z_{(t-1),L}$ dan $Z_{(t-2),L}$ pada *regime lower* dan $Z_{(t-1),U}$; $Z_{(t-2),U}$; $Z_{(t-3),U}$

dan $Z_{(t-4),U}$ pada *regime upper*. Dicobakan dua alternatif dengan memasukkan dan tidak memasukkan *intercept* dalam model (Lampiran 4.2.C hal.146)

Tabel 4.5 Hasil estimasi parameter SETAR (2, p_1 , p_2) model 2

Model SETAR	Parameter	Koefisien	SE Koef	t_{hit}	P -value	MSE
(2, 1, 1)	$\theta_{0,L}$	4,98390	0,10710	46,54	0,000	0,9
	$\phi_{1,L}$	0,63375	0,04534	13,98	0,001	
	$\phi_{1,U}$	-0,58775	0,02007	-29,29	0,007	
(2, 1, 1)	$\theta_{0,L}$	5,01310	0,10950	45,78	0,000	0,9
	$\phi_{0,U}$	4,36770	0,50310	8,68	0,000	
	$\phi_{1,L}$	0,62474	0,04587	13,62	0,000	
	$\phi_{1,U}$	-0,49708	0,07506	-6,62	0,000	

Kedua model diatas memenuhi syarat signifikansi parameter sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.5, uji *white noise* dan normalitas residual (Lampiran 4.1.D hal.148). Model SETAR (2,1,1) tanpa konstanta dan SETAR (2,1,1) dengan konstanta memiliki MSE sama akan tetapi dipilih model dengan konstanta sebagai koreksi, sehingga model SETAR (2,1,1) dipilih menjadi model terbaik. Secara matematis, model terbaik dari SETAR untuk data simulasi model 2 dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Z_t = \begin{cases} 5,01310 - 0,62474Z_{t-1,L} + a_{t,L} & \text{jika } Z_{t-1} \leq 4,998 \\ 4,36770 - 0,49708Z_{t-1,U} + a_{t,U} & \text{jika } Z_{t-1} > 4,998 \end{cases}$$

Model terbaik tersebut menunjukkan bahwa untuk data simulasi 1, pada saat *regime lower* yaitu $Z_{t-1} \leq 4,998$, data dipengaruhi oleh konstanta dan data pada satu pengamatan sebelumnya sebesar $-0,62474$, sedangkan pada saat $Z_{t-1} > 4,998$ pengamatan juga dipengaruhi oleh konstanta dan data pada satu pengamatan sebelumnya sebesar $-0,62474$.

C. Simulasi Model 3

Data simulasi model 3 merupakan model SETAR (2,1,1) dengan $n = 300$, $d = 1$, $r = 5$, $\theta_{0,L} = 5$, $\theta_{0,U} = 5$ dengan nilai $\phi_{1,L} = 0,9$ dan $\phi_{1,U} = -0,9$ dan $a_t \sim$

$N(\mu, 1)$. Gambar 4.7(a) memperlihatkan plot data deret waktu Z_t sebanyak 300. Setelah data dibagi ke dalam 2 bagian berdasarkan nilai *threshold* $r = 5$ plot data deret waktu terbagi ke dalam 2 bagian yaitu *regime lower* dan *upper* sebagaimana terlihat pada Gambar 4.7(b) dan 4.7(c). Jika yang diberi garis *threshold* adalah plot data deret waktu dari Z_t , tampak data bisa berpindah tiap saat dari *regime lower* (warna biru) ke *regime upper* (warna merah) atau sebaliknya sebagaimana ditunjukkan Gambar 4.7(b). Tetapi jika yang diberi garis *threshold* adalah plot data deret waktu dari Z_{t-1} (Gambar 4.7(c)), maka tampak jelas semua *regime lower* berada dibawah garis *threshold* dan *regime upper* diatas garis *threshold*. Sedangkan untuk melihat distribusi sebaran data tampak pada Gambar 4.7(d) baik *regime lower* dan *upper* mengikuti distribusi Normal dan kurvanya seperti bimodal.

Gambar 4.8 menunjukkan secara jelas hubungan antara Z_t dan Z_{t-1} dengan pemilihan parameter *delay*= 1. *Threshold* $r = 5$ memisahkan Z_{t-1} menjadi dua kelompok yaitu *regime lower* dan *upper*. Apabila pada Z_t diberikan pembatas $r = 5$ juga, maka akan tampak plot Z_t dan Z_{t-1} memiliki 4 daerah. Daerah A merupakan daerah *Lower-Lower*, sebanyak 84 data, daerah B merupakan daerah *Lower-Upper* sebanyak 108 data, daerah C merupakan *Upper-Lower* sebanyak 107 data dan daerah D merupakan daerah *Upper-Upper* sebanyak 0 data. Deskriptif pembagian wilayah *lower* & *upper* simulasi setar model 1 diberikan pada Lampiran 7.1 C (hal.193). Daerah A dan B menggambarkan bahwa data yang jatuh pada *regime lower*, memiliki kemungkinan untuk tetap di *regime lower* (A) sebesar 43,75% atau berpindah pada *regime upper* (B) sebesar 56,25%. Sedangkan daerah C dan D menggambarkan bahwa data yang jatuh pada *regime upper*, memiliki kemungkinan untuk selalu berpindah pada *regime lower* (C).

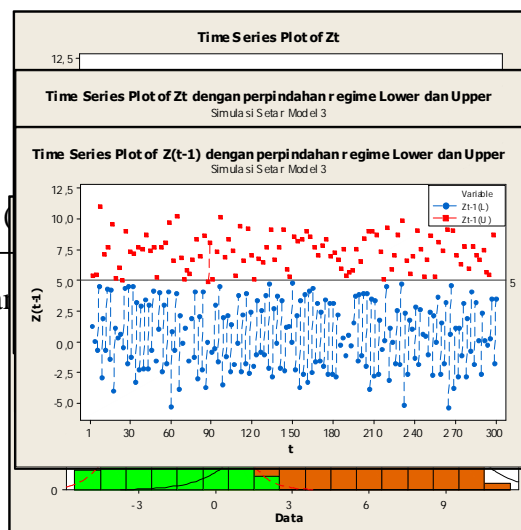
Tabel 4.6 Hasil estimasi nilai d , r , p_1 dan p_2 model 3

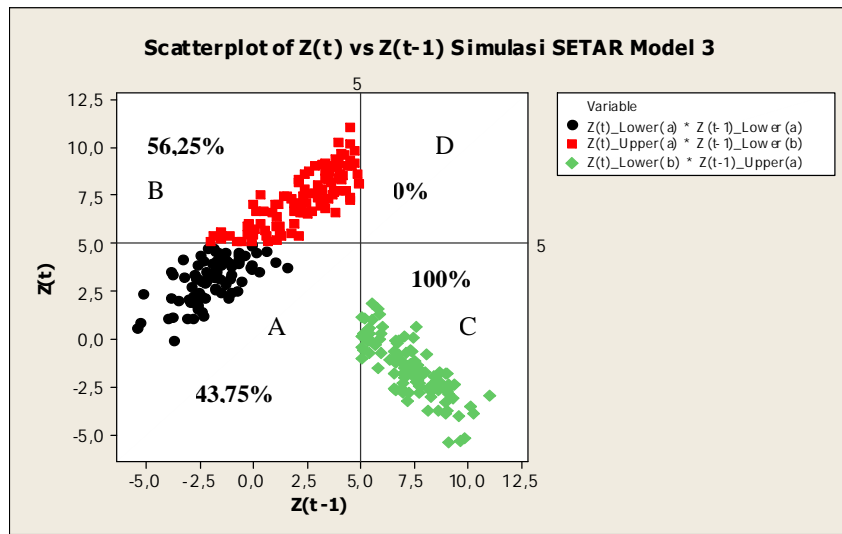
d	AIC	r	p_1	p_2
1	818.3	4,917	4	1
2	1197.0	4,917	4	1
3	1261.0	8,075	2	1
4	1297.0	4,559	3	2

(a) Plot data deret waktu Z_t

(b) Plot data deret waktu Z_t *regime lower* dan *upper*

(c) Plot data deret waktu Z_{t-1} *regime lower* dan *upper*





Gambar 4.8 Plot Z_t dan Z_{t-1} data simulasi SETAR model 2

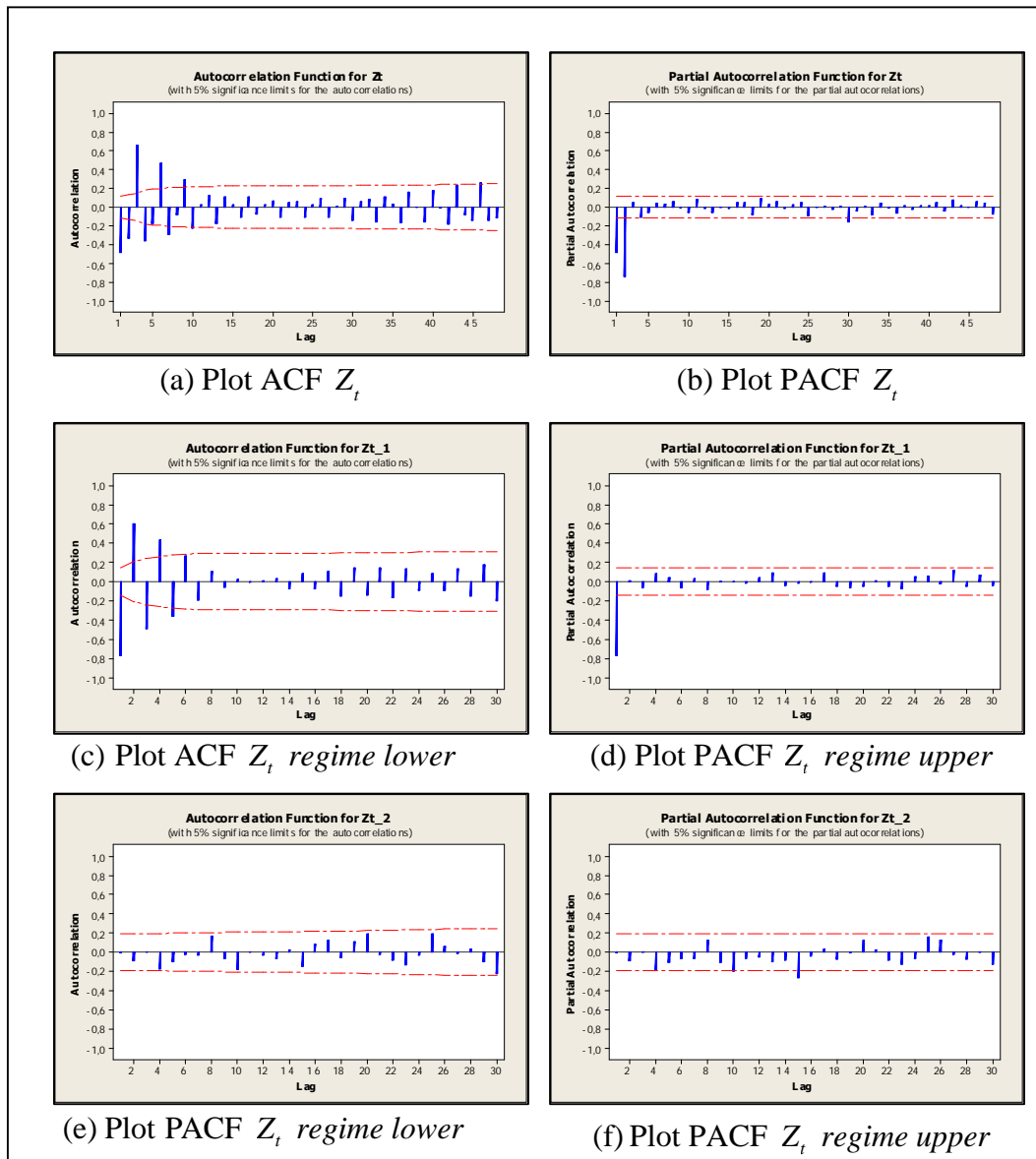
Estimasi nilai *delay*, *threshold*, orde AR *regime lower* dan *regime upper* dipilih melalui nilai AIC minimum (MAIC) untuk setiap kombinasi nilai d . Listing program R untuk menampilkan nilai ini diberikan pada Lampiran 2.3.A (hal.136). Pada Tabel 4.6, model yang memberikan estimasi AIC terkecil adalah model SETAR (2,4,1) dengan *delay* 1, *threshold* 4,917 dengan AIC 818,3 dan SETAR (2,4,1) dengan *delay* 2, *threshold* 4,917 dengan AIC 818,3.

Dugaan model tersebut kemudian dianalisis dengan cara membuat variabel *dummy* untuk kedua *regime*. Model yang sudah di *dummy* ini kemudian didekati dengan metode OLS melalui pendekatan regresi *Stepwise* menggunakan bantuan *package* Minitab 14. Setelah diperoleh model terbaik melalui regresi *stepwise* dilakukan regresi terhadap *regime lower* dan *regime upper*.

Tabel 4.7 Hasil estimasi parameter SETAR (2, p_1 , p_2) model 3

Model SETAR	Parameter	Koefisien	SE Koef	t_{hit}	P-value	MSE
(2, 1, 1)	$\theta_{0,L}$	5,06415	0,07679	65,95	0	1,1
	$\theta_{0,U}$	5,37840	0,53450	10,06	0	
	$\phi_{1,L}$	0,85890	0,02862	30,01	0	
	$\phi_{1,U}$	-0,93119	0,07161	-13,00	0	
(2, 1, 1)	$\theta_{0,L}$	5,07051	0,07592	66,78	0	1,1
	$\phi_{1,L}$	0,85847	0,02858	30,04	0	
	$\phi_{1,U}$	-0,89067	0,01675	-53,18	0	

Parameter yang dimasukkan dalam regresi *stepwise* dipilih berdasarkan estimasi nilai AIC terkecil pada Tabel 4.6 yaitu *dummy* untuk *lower* dan *upper*, $Z_{(t-1),L}$; $Z_{(t-2),L}$; $Z_{(t-3),L}$ dan $Z_{(t-4),L}$ pada *regime lower* dan $Z_{(t-1),U}$ pada *regime upper*. Dicobakan dua alternatif dengan memasukkan dan tidak memasukkan *intercept* dalam model (Lampiran 4.3.C hal.149)



Gambar 4.9 Plot ACF dan PACF data simulasi SETAR model 3

Kedua model tersebut memenuhi syarat signifikansi parameter sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.7, dan memenuhi uji *white noise* dan normalitas residual (Lampiran 4.3.D hal.151). Model SETAR (2,1,1) dengan

konstanta dan SETAR (2,1,1) tanpa konstanta memiliki MSE sama akan tetapi dipilih model dengan konstanta sebagai koreksi, sehingga model SETAR (2,1,1) dipilih menjadi model terbaik. Secara matematis, model terbaik dari model SETAR untuk data simulasi model 1 dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Z_t = \begin{cases} 5,06415 + 0,8589Z_{t-1,L} + a_{t,L} & \text{jika } Z_{t-1} \leq 4,917 \\ 5,37840 - 0,93119Z_{t-1,U} + a_{t,U} & \text{jika } Z_{t-1} > 4,917 \end{cases}$$

Model terbaik tersebut menunjukkan bahwa untuk data simulasi 1, pada saat *regime* rendah yaitu $Z_{t-1} \leq 4,917$, data dipengaruhi oleh konstanta dan data pada satu pengamatan sebelumnya sebesar 0,8589, sedangkan pada saat $Z_{t-1} > 4,917$ pengamatan juga dipengaruhi oleh konstanta dan data pada satu pengamatan sebelumnya sebesar $-0,93119$.

D. Validasi Hasil Estimasi Data Simulasi Model SETAR

Untuk mengetahui akurasi dari model SETAR yang sudah terpilih, perlu dilihat taksiran interval melalui selang kepercayaan 95% untuk masing-masing parameter yang diestimasi baik pada *regime lower* maupun pada *regime upper* dan nilai bias untuk masing-masing model. Rumus konfiden interval untuk koefisien parameter dihitung sebagaimana pada persamaan 2.36. Pada Tabel 4.8 dapat dilihat bahwa model 1 dengan rancangan koefisien parameter AR 0,3 dan -0,3 dan konstanta pada masing-masing *regime* = 0 memiliki akurasi yang kurang baik pada semua taksiran parameter model dan salah menebak model simulasinya. Nilai bias untuk model ini juga besar yaitu 1,4844. Hal ini disebabkan nilai koefisien AR yang dekat dengan 0. Konfiden interval konstanta serta koefisien parameter untuk *regime lower* maupun pada *regime upper* berada diluar rancangan model simulasi. Model 2 dengan koefisien parameter AR 0,6 dan $-0,6$ dan konstanta pada masing-masing *regime* = 5 memiliki akurasi yang baik. Hal ini ditunjukkan dengan semua nilai koefisien parameter rancangan yang masuk dalam konfiden interval 95% dan nilai bias sebesar 0,773. Demikian pula model 3 dengan koefisien parameter AR 0,9 dan $-0,9$ dan konstanta pada masing-masing *regime* = 5 juga memiliki akurasi baik dengan semua nilai koefisien parameter rancangan yang masuk dalam konfiden interval 95% dan nilai bias sebesar 0,515.

Estimasi Model 2 dan 3 menunjukkan SETAR(2,1,1) sebagai model terbaik, sesuai dengan rancangan simulasi.

Tabel 4.8 Ringkasan hasil estimasi interval parameter model SETAR

No	Model		Para-meter	Koefisien		SE.Koef	Bias	CI 95%	
	Ranca-ngan	Estimasi		Sim	Estimasi			Batas bawah	Batas atas
1	(2, 1, 1)	(2, 0, 3)	$\theta_{0,L}$	0	-0,3096	0,080	0,3096	-0,466	0,152
			$\theta_{0,H}$	0	0,4339	0,129	-0,4339	0,181	0,687
			$\phi_{1,H}$	-0,3	-0,3316	0,121	0,0316	-0,569	-0,094
			$\phi_{2,H}$	-	-0,2420	0,082	-0,2420	-0,403	-0,081
			$\phi_{3,H}$	-	0,1673	0,078	0,1673	0,014	0,320
			$\phi_{1,L}$	0,3	-	-	0,3	-	-
2	(2, 1, 1)	(2, 1, 1)	$\theta_{0,L}$	5	5,0131	0,109	-0,0131	4,799	5,227
			$\phi_{0,H}$	5	4,3677	0,503	0,6323	3,382	5,354
			$\phi_{1,L}$	0,6	0,6247	0,046	-0,0247	0,535	0,715
			$\phi_{1,H}$	-0,6	-0,4971	0,075	-0,1029	-0,644	-0,350
3	(2, 1, 1)	(2, 1, 1)	$\theta_{0,L}$	5	5,0642	0,077	-0,0642	4,913	5,215
			$\theta_{0,H}$	5	5,3784	0,534	-0,3784	4,332	6,425
			$\phi_{1,L}$	0,9	0,8589	0,029	0,0411	0,802	0,916
			$\phi_{1,H}$	-0,9	-0,9312	0,072	0,0312	-1,072	-0,790

E. Estimasi Data Simulasi Model SETAR dengan Perubahan Struktur

Model AR sebagai input awal untuk Perubahan Struktur ditentukan atas dasar *lag* yang signifikan pada plot PACF data masing-masing model. Dugaan untuk model dugaan *Autoregressive* awal dari data simulasi model 1 adalah AR(2) karena memiliki 2 nilai PACF yang keluar batas (Gambar 4.2(b)), model 2 memiliki 3 nilai PACF yang keluar batas (Gambar 4.4(b)) sehingga dugaan awalnya adalah AR(3), dan model 3 adalah AR(2) karena memiliki 2 nilai PACF yang keluar batas (Gambar 4.6(b)) sehingga model dugaannya adalah AR(2). Model *Autoregressive* yang diperoleh dari model dugaan awal dijelaskan dalam Lampiran 4 (hal.143).

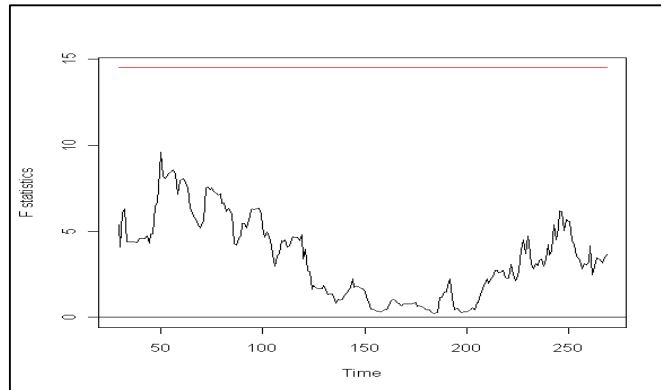
Model ini kemudian diuji Perubahan Struktur untuk melihat apakah Perubahan Strukturnya signifikan. Pengujian Perubahan Struktur untuk data

simulasi SETAR model 1 sampai dengan 3 diberikan pada Tabel 4.9. Uji yang digunakan adalah uji supF. Hasil uji Perubahan Struktur dengan *package strucchange* pada R 2.7.2 dijelaskan pada Lampiran 4.4 (hal.152). Semua uji yang dilakukan terhadap ketiga model menghasilkan nilai *p_value* yang lebih besar dari nilai α (5%) mengindikasikan bahwa tidak terjadi Perubahan Struktur pada data sebagaimana tampak dalam Tabel 4.9, sehingga pemodelan dengan Perubahan Struktur tidak akan dilanjutkan.

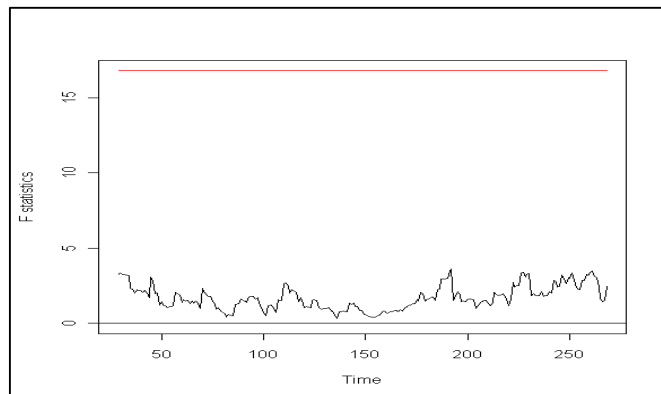
Tabel 4.9 Uji *F* untuk Perubahan Struktur data simulasi model SETAR terbaik dengan Sup *F*

Model	F	<i>P_value</i>	Kesimpulan
1	9.5902	0.2906	Tidak ada Perubahan Struktur
2	3.6374	0.999	
3	6.358	0.6873	

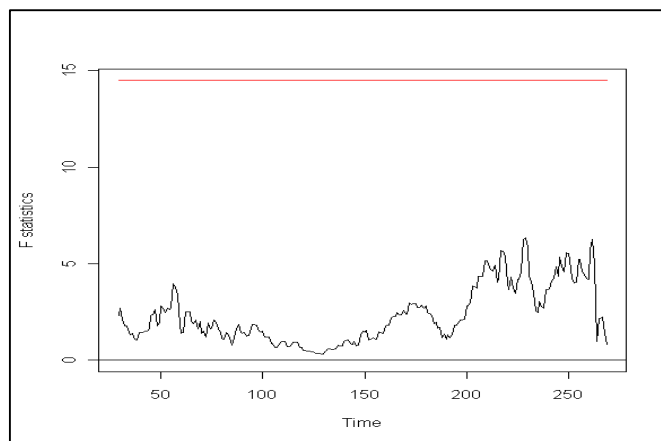
Hasil ini sesuai dengan plot F-Statistik pada Gambar 4.10 yang menggambarkan bahwa ketiga model tidak memiliki nilai *F* yang keluar batas (*break* = 0). Jika hasil uji Perubahan Struktur tidak signifikan, maka pemodelan data dapat dikembalikan kepada model ARIMA.



(a) Plot F-Statistik model 1



(b) Plot F-Statistik model 2



(c) Plot F-Statistik model 3

Gambar 4.10 Plot Plot F-Statistik simulasi model SETAR

4.1.2. Simulasi Model Perubahan Struktur

Studi simulasi pada bagian ini dilakukan dengan membangkitkan beberapa model Perubahan Struktur dengan 1 *break* (2 segmen), yaitu : Membangkitkan 3 buah model *Autoregressive* dengan $n = 300$ yang diberi Perubahan Struktur pada T tertentu yaitu $T = 20, 175$ dan 175 berturut-turut untuk model 1, 2, dan 3, a_t mengikuti distribusi Normal dengan mean 0 dan varians 1, dengan konstanta 1 dan konstanta 2 yang berbeda-beda.

Diskriptif statistik dari data simulasi diberikan pada Tabel 4.10. Nilai mean model total yang dihasilkan berbeda dengan rancangan simulasi, hal ini disebabkan terjadinya Perubahan Struktur. Akan tetapi jika diamati tiap segmen

Tabel 4.10 Statistik deskriptif data simulasi Perubahan Struktur

Model	Segmen	Mean	SE_Mean	StDev	Varians
1	Total	14,2960	0,1570	2,7150	7,3700
	sebelum <i>break</i>	4,9190	0,2280	1,0200	1,0400
	setelah <i>break</i>	14,9650	0,0620	1,0370	1,0750
2	Total	4,4290	0,1850	3,2090	10,3000
	sebelum <i>break</i>	1,9450	0,1080	1,4280	2,0380
	setelah <i>break</i>	7,9071	0,0928	1,0375	1,0763
3	Total	10,7870	0,2920	5,0540	25,5380
	sebelum <i>break</i>	14,9630	0,0773	1,0220	1,0450
	setelah <i>break</i>	4,9423	0,0925	1,0345	1,0701

sudah sesuai dengan rancangan simulasi (Tabel 4.15) yaitu semua nilai mean rancangan berada diantara batas atas dan batas bawah estimasi mean.

Tabel 4.11 Validasi nilai mean data simulasi Perubahan Struktur

Model	Segmen	Mean		SE_Mean	CI 95%	
		Rancangan	Estimasi		Batas Bawah	Batas Atas
1	Total		14,296	0,157	13,98828	14,60372
	sebelum <i>break</i>	5	4,919	0,228	4,47212	5,36588
	setelah <i>break</i>	15	14,965	0,062	14,84348	15,08652
2	Total		4,429	0,185	4,06640	4,79160
	sebelum <i>break</i>	2	1,945	0,108	1,733320	2,15668
	setelah <i>break</i>	8	7,9071	0,0928	7,725212	8,088990
3	Total		10,787	0,292	10,21468	11,35932
	sebelum <i>break</i>	15	14,963	0,0773	14,81149	15,11451
	setelah <i>break</i>	5	4,9423	0,0925	4,76100	5,12360

Rumus untuk menghitung CI 95% untuk mean dapat dilihat pada persamaan 2.35.

Sebelum membahas estimasi hasil simulasi Perubahan Struktur dilakukan uji Perubahan Struktur terhadap data simulasi Perubahan Struktur model 1 sampai dengan 3 dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_{i,j} = \beta_i, i = 1, \dots, p \quad (\text{tidak ada Perubahan Struktur})$$

$$H_1 : \beta_{i,j} \neq \beta_i, i = 1, \dots, p \quad (\text{ada Perubahan Struktur})$$

Tabel 4.12 Uji Sup F untuk data simulasi Perubahan Struktur dengan Sup F

Model	F	P_value	Kesimpulan
1	123.8555	$< 2.2\text{e-}16$	ada Perubahan Struktur
2	59.3670	$1.089\text{e-}10$	
3	270.0999	$< 2.2\text{e-}16$	

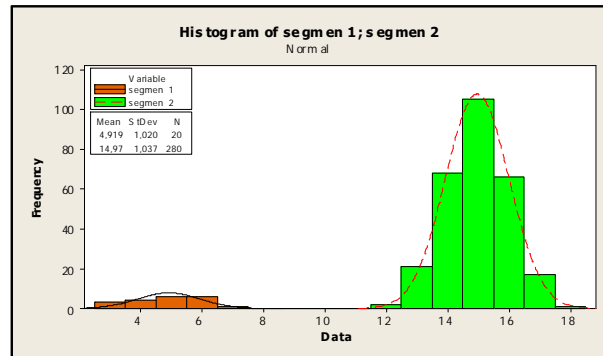
Hasil uji Perubahan Struktur menggunakan sup F mengatakan bahwa pada ketiga data simulasi (lihat Tabel 4.12) mengandung indikasi adanya Perubahan Struktur karena semua nilai $p_value < \alpha$ (5%).

Selain uji Perubahan Struktur, untuk melihat nonlinieritas data, maka dilakukan uji Terasvirta. Lebih lengkap untuk listing dan output program R untuk nonlinieritas dapat dilihat pada Lampiran 3.2 (hal.140). Rangkuman hasil uji nonlinieritas Terasvirta untuk simulasi Perubahan Struktur model 1 sampai dengan 3 ditampilkan pada Tabel 4.13 sebagai berikut:

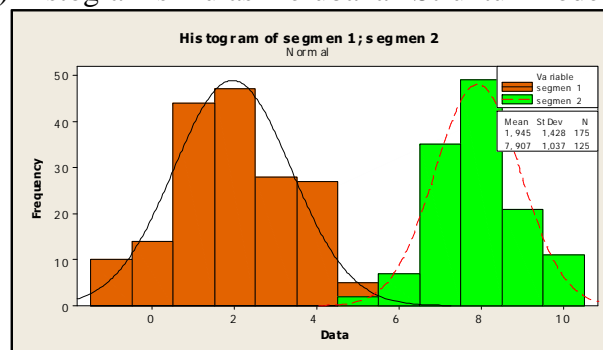
Tabel 4.13 Hasil pengujian nonlinieritas Terasvirta data simulasi Perubahan Struktur

Model	χ^2	P_value	Ket
1	218.0485	$< 2.2\text{e-}16$	nonlinier
2	25.1718	$3.42\text{e-}06$	nonlinier
3	219.3779	$< 2.2\text{e-}16$	nonlinier

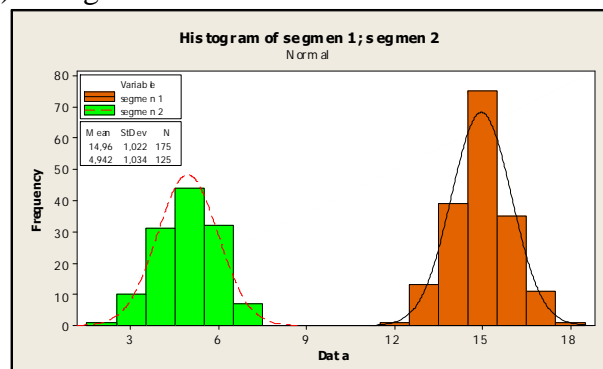
Pada Tabel 4.13 tampak bahwa hasil simulasi Perubahan Struktur dengan *package* R 2.7.2 memenuhi sifat nonlinieritas karena semua p_value lebih kecil dari α (5%). Walaupun data asli dibangkitkan dari sebuah model linier, namun akibat adanya Perubahan Struktur yang diberikan pada T tertentu, maka model menjadi nonlinier. Jika digambarkan dalam bentuk histogram, data dengan Perubahan Struktur akan tampak seperti bimodal (Gambar 4.11).



(a) Histogram simulasi Perubahan Struktur Model 1



(b) Histogram simulasi Perubahan Struktur Model 2



(c) Histogram simulasi Perubahan Struktur Model 3

Gambar 4.11 Histogram simulasi Perubahan Struktur

A. Simulasi Model 1

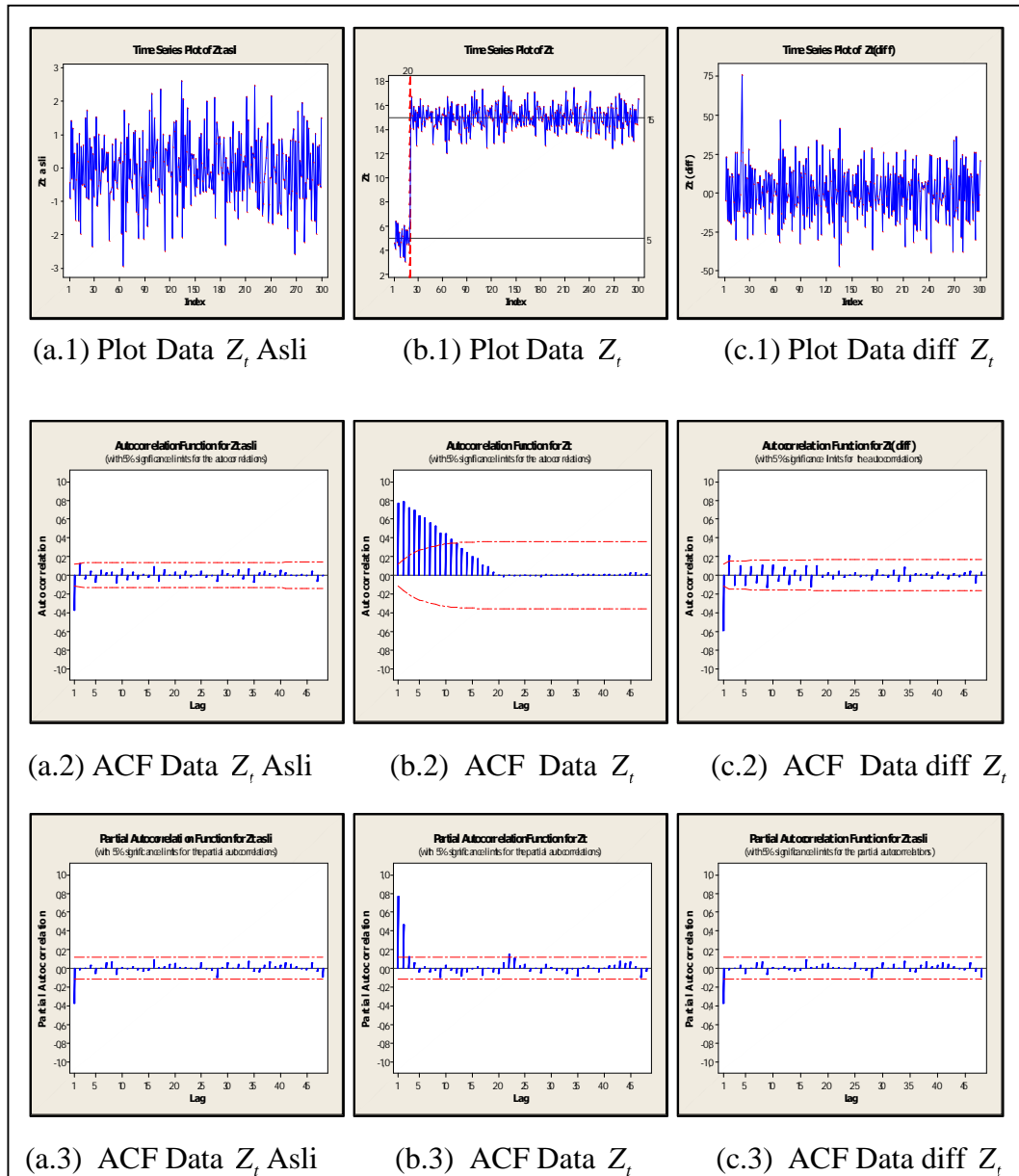
Simulasi Perubahan Struktur model 1 dibangkitkan dari model *Autoregressive* yang diberi Perubahan Struktur pada $T = 20$, dengan $n = 300$, $T = 20$, data ke-1 sampai dengan ke-20 (segmen 1) ditambahkan konstanta sebesar 1,5, sedangkan data selanjutnya (segmen 2) diberikan konstanta sebesar 4,5. a_t mengikuti distribusi Normal dengan rata-rata 0 dan varians 1. Model Simulasi tersebut secara matematis dapat dituliskan sebagaimana persamaan 3.5

A.1 Estimasi dengan Perubahan Struktur

Tahap identifikasi tidak menangkap adanya ketidakstasioneran dalam data sebagaimana yang biasanya terjadi pada data dengan Perubahan Struktur disebabkan titik patahan diberikan pada awal data. Hal ini ditunjukkan plot ACF yang turun cepat (Gambar 4.12 bagian b2). Dugaan untuk model *Autoregressive* awal dari data simulasi ditentukan dengan memasukkan *lag* ke-1, 2, dan 3 sebagai variabel prediktor model awal, karena pada plot PACF data simulasi setelah *differencing* 1 (Gambar 4.12 bagian (b3)) menunjukkan *lag* yang signifikan adalah *lag* ke-1, 2 dan 3. Model ini merupakan model AR(3).

Secara visual, berdasarkan plot *F* Statistik sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.13 bagian (a) terbaca adanya sebuah titik puncak, maka selanjutnya adalah mendapatkan titik *break* melalui nilai minimum BIC. Gambar 4.13 bagian (b) nilai minimum BIC terjadi pada saat m (*break*) = 1, sehingga dipilih jumlah *break* optimal = 1. Estimasi Perubahan Struktur secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 5.1.1 (hal.153). Hasil estimasi titik *break* untuk data simulasi model 1 diperoleh titik patahan terjadi pada $T = 33$. Ini berarti Perubahan Struktur tertangkap mulai data ke 34. Hal ini tidak sesuai dengan rancangan simulasi dimana data sebenarnya diberikan titik *break* pada $T = 20$.

Terjadinya kesalahan model Perubahan Struktur menangkap titik *break* disebabkan kelemahannya apabila terjadi Perubahan Struktur sebelum persentil 10% atau diatas 90% dari jumlah data. Hasil estimasi dengan *package strucchange* pada R 2.7.2 menunjukkan bahwa parameter yang signifikan untuk $m=1$ pada segmen 1 adalah konstanta 1 ($\theta_{0,1}$), $Z_{(t-1),1}$, $Z_{(t-2),1}$, $Z_{(t-3),3}$, sedangkan pada segmen 2 adalah konstanta 2 ($\theta_{0,2}$) dan $Z_{(t-1),2}$. Penjelasan lebih lengkap diberikan pada Lampiran 5.1.1 bagian E (hal.154). Setelah ditemukan parameter yang signifikan, maka dilakukan regresi *stepwise* terhadap parameter yang signifikan dengan cara membuat variabel *dummy* berdasarkan segmen yang ditentukan untuk mendapatkan model terbaiknya. Keterangan tentang memilih model Perubahan Struktur terbaik melalui regresi *stepwise* dijelaskan dalam Lampiran 5.1.1 bagian F (hal.155). Setelah melakukan regresi *stepwise*, diperoleh estimasi model Perubahan Struktur terbaik melalui regresi *dummy*.



Gambar 4.12 Plot ACF dan PACF data deret waktu Z_t model 1

Persamaan Perubahan Struktur terbaik yang diperoleh dengan membagi data menjadi 2 segmen, adalah :

$$Z_t = \begin{cases} 7,80 + 0,592Z_{t-1,1} + a_{t,1} & \text{jika } T \leq 20 \\ 19,1 - 0,274Z_{t-1,2} + a_{t,2} & \text{jika } T > 20 \end{cases}$$

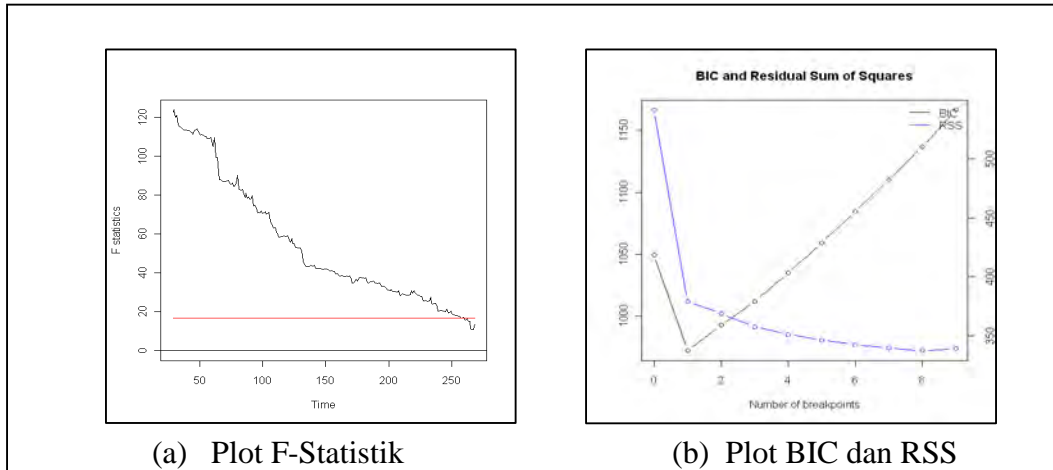
dengan kata lain,

a. Segmen I pada saat $t = 1, \dots, 33$, mengikuti persamaan

$$Z_t = 7,80 + 0,592Z_{t-1,1} + a_{t,1}$$

b. Segmen II pada saat $t = 34, \dots, 300$, mengikuti persamaan

$$Z_t = 19,1 - 0,274Z_{(t-1),2} + a_{t,2}$$



Gambar 4.13 Plot F-Statistik untuk penentuan waktu *break* dan BIC minimum untuk penentuan jumlah *break*.

Model terbaik tersebut menunjukkan bahwa pada saat data berada pada segmen 1 yaitu pada saat sebelum pengamatan ke-34 data dipengaruhi oleh konstanta, dan 1 pengamatan sebelumnya sebesar 0,592. Sedangkan pada saat data berada pada segmen 2 yaitu setelah pengamatan ke-34 data dipengaruhi oleh konstanta dan 1 pengamatan sebelumnya sebesar $-0,274$.

Tabel 4.14 Uji signifikansi parameter data simulasi Perubahan Struktur model 1

Segmen	Parameter	Koef	SE. Koef	T	P
1	$\theta_{0,1}$	7,8000	1,17400	6,65	0,000
	$\phi_{1,1}$	-0,5918	0,23820	-2,48	0,014
2	$\theta_{0,2}$	19,0519	0,76790	24,81	0,000
	$\phi_{1,2}$	-0,2737	0,05128	-5,34	0,000

Uji signifikansi parameter ditunjukkan pada Tabel 4.14. *P-value* untuk semua parameter pada segmen 1 dan segmen 2 lebih kecil dari α (5%), maka dapat disimpulkan semua parameter signifikan berbeda dengan nol pada tingkat kesalahan 5%. Model ini sudah memenuhi asumsi *white noise* residual dan normalitas residual sebagaimana digambarkan dalam plot ACF dan PACF serta normalitas data pada Lampiran 5.1.3 (hal.157).

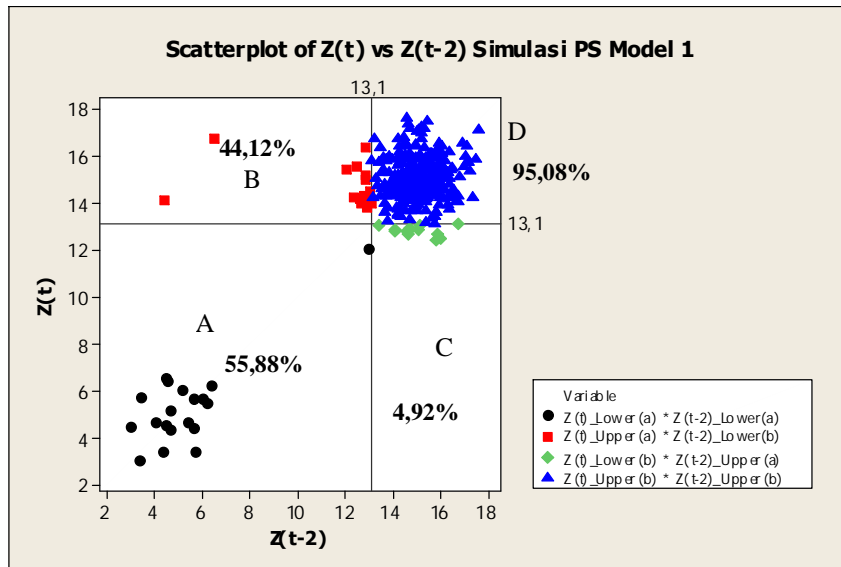
A.2 Estimasi dengan SETAR

Estimasi nilai *delay*, *threshold*, orde AR *regime lower* dan *regime upper* dipilih melalui nilai AIC minimum untuk setiap kombinasi nilai *d*. Listing program R untuk menampilkan nilai ini diberikan pada Lampiran 2.3 (hal.136), sedangkan outputnya dijelaskan dalam Lampiran 5.1.2 (hal.156). Pada Tabel 4.15, nilai parameter *delay* yang memberikan estimasi AIC minimum adalah model SETAR (2,1,1) dengan *delay* 2 dan *threshold* 13.10 dan AIC 858.4. Tabel 4.21 memberikan alternatif model yang dapat kita pilih.

Tabel 4.15 Estimasi nilai *d*, *r*, p_1 dan p_2 model 1

<i>d</i>	AIC	<i>r</i>	p_1	p_2
1	865.0	13.10	2	1
2	858.4	13.10	1	1
3	865.0	13.02	1	1
4	874.0	13.02	1	1

Gambar 4.14 menggambarkan data simulasi model 1 yang terbagi ke dalam 2 *regime* dipisahkan oleh *threshold* sebesar 13,1. Dugaan model tersebut kemudian dianalisis dengan cara membuat variabel *dummy* untuk kedua *regime*. *Dummy* yang didasarkan pada nilai *threshold* menghasilkan 34 data pada *regime lower* dan 264 pada *regime upper* (Gambar 4.14). Deskriptif pembagian wilayah *lower* & *upper* simulasi setar model 1 diberikan pada Lampiran 7.2 A (hal.193). Daerah A merupakan daerah *Lower-Lower* sebanyak 19 data, daerah B merupakan daerah *Lower-Upper* sebanyak 15 data, daerah C merupakan *Upper-Lower* sebanyak 13 data dan daerah D merupakan daerah *Upper-Upper* sebanyak 251 data. Data yang jatuh pada *regime lower*, memiliki kemungkinan untuk tetap di *regime lower* sebesar 55,88% atau berpindah pada *regime upper* sebesar 44,12%. Sedangkan data yang jatuh pada *regime upper*, memiliki kemungkinan untuk berpindah pada *regime lower* sebesar 4,92%, dan kemungkinan terbesar tetap pada *regime upper* sebesar 95,08%. Model yang sudah di *dummy* ini kemudian didekati dengan metode OLS melalui pendekatan regresi *Stepwise* menggunakan bantuan *package* Minitab 14. Setelah diperoleh model terbaik melalui regresi *stepwise* dilakukan regresi terhadap *regime lower* dan *regime upper*.



Gambar 4.14 Plot Z_t dan Z_{t-2} data simulasi Perubahan Struktur model 1

Parameter yang dimasukkan dalam regresi *stepwise* dipilih berdasarkan estimasi nilai AIC terkecil pada Tabel 4.15 yaitu $\theta_{0,L}$ dan $Z_{(t-1),L}$ pada *regime lower* serta $\theta_{0,U}$ dan $Z_{t-1,U}$ pada *regime upper*. Uji signifikansi parameter ditunjukkan pada Tabel 4.16. *P-value* untuk semua parameter lebih kecil dari α (5%), maka dapat disimpulkan semua parameter signifikan berbeda dengan nol pada tingkat kesalahan 5% (Lampiran 5.1.2 bagian C hal.156).

Tabel 4.16 Uji signifikansi parameter SETAR data simulasi model 1

Regime	Parameter	Koef	SE. Koef	T	P
1	$\theta_{0,L}$	1,4012	0,40090	3,50	0,001
	$\phi_{1,L}$	0,8473	0,03669	23,10	0,000
2	$\theta_{0,U}$	20,4370	1,00600	20,32	0,000
	$\phi_{1,U}$	-0,3649	0,06719	-5,43	0,000

Model ini sudah memenuhi asumsi *white noise* residual akan tetapi syarat normalitas residual tidak terpenuhi sebagaimana digambarkan dalam plot ACF dan PACF serta normalitas data pada Lampiran 5.1.3 (hal.157).

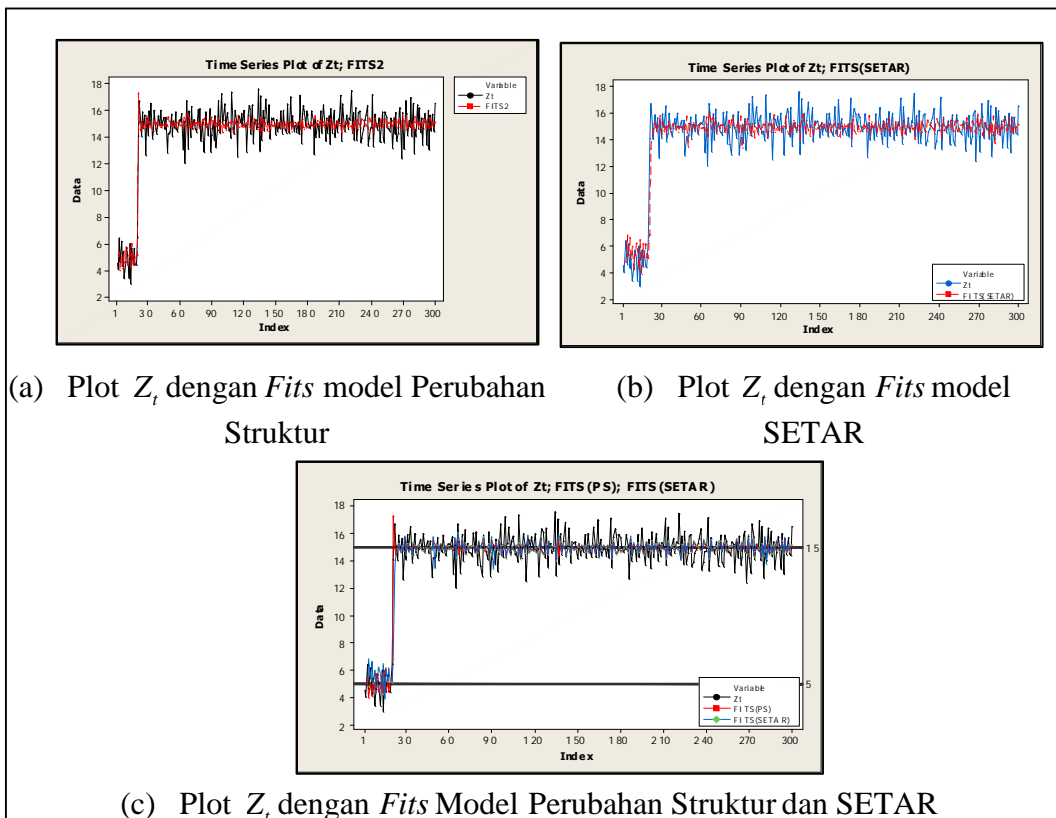
Secara matematis, model terbaik dari model SETAR untuk data simulasi 1 Perubahan Struktur dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Z_t = \begin{cases} 1,4012 + 0,8473 Z_{t-1,1} + a_{t,1} & \text{jika } Z_{t-2} \leq 13.10 \\ 20,437 - 0.3649 Z_{t-1,2} + a_{t,2} & \text{jika } Z_{t-2} > 13.10 \end{cases}$$

Model terbaik tersebut menunjukkan bahwa pada saat data berada pada *regime lower* yaitu pada saat $Z_{t-2} \leq 13.10$, data dipengaruhi oleh konstanta, dan 1 pengamatan sebelumnya sebesar 20,437. Sedangkan pada saat data berada pada *regime upper* yaitu pada saat $Z_{t-2} > 13.10$, data dipengaruhi oleh konstanta, dan 1 pengamatan sebelumnya sebesar $-0,3649$.

A.3 Perbandingan Model Perubahan Struktur dan SETAR Simulasi Model 1

Model peramalan terbaik dapat dilihat dari akurasi taksiran model terhadap data asli. Gambar 4.15 menggambarkan plot Z_t dengan taksiran model Perubahan Struktur dan SETAR.



Gambar 4.15 Plot Z_t dengan *Fits* Perubahan Struktur dan SETAR model 1

Tabel 4.17 Ringkasan hasil estimasi konfiden interval parameter model 1

Model		Segmen/ <i>Regime</i>	Para- meter	Koef	Bias	SE Koef	Konfiden Interval 95%	
							min	max
1	Perubahan Struktur	Segmen 1	$\theta_{0,1}$	7,800	-6,3	1,174	5,499	10,101
			$\phi_{1,1}$	-0,592	1,292	0,238	-1,058	-0,125
		Segmen 2	$\theta_{0,2}$	19,052	-14,552	0,768	17,547	20,557
			$\phi_{1,2}$	-0,274	0,974	0,051	-0,374	-0,174
2	SETAR (2,1,1)	<i>Regime Lower</i>	$\theta_{0,L}$	1,401	0,099	0,401	0,6150	2,1870
			$\phi_{1,L}$	0,847	-0,147	0,037	0,7745	0,9195
		<i>Regime Upper</i>	$\theta_{0,U}$	20,437	-15,937	1,006	18,465	22,409
			$\phi_{1,U}$	-0,365	1,065	0,067	-0,496	- 0,2337

Model peramalan terbaik dipilih dari model yang memiliki nilai MSE yang paling kecil. Model terbaik Perubahan Struktur maupun model SETAR memiliki nilai MSE yang sama sebesar 1 (Lampiran 5.1.1 G hal.155 dan 5.1.2 B hal.156). Akan tetapi syarat normalitas data pada model SETAR tidak terpenuhi. Nilai konfiden interval dihitung sebagaimana dalam persamaan 2.36 dan bias dalam persamaan 2.37 untuk mengetahui apakah estimasi parameter yang sudah dilakukan sesuai dengan konsep simulasi. Berdasarkan Tabel 4.17 dapat dilihat bahwa CI 95% untuk estimasi parameter Perubahan Struktur dan SETAR tidak semua sesuai dengan rancangan simulasi. Konstanta pada model Perubahan Struktur semuanya tidak sesuai sedangkan rancangan simulasi sedangkan parameter yang lain sesuai dengan rancangan simulasi. Hal ini disebabkan terjadinya Perubahan Struktur diberikan pada awal data yaitu titik ke 20 dari 300 data. Pada model SETAR konstanta pada regime lower dan parameter $\phi_{1,U}$ masuk dalam konfiden interval sesuai dengan rancangan simulasi. Jika dilihat dari nilai bias total yang dimutlakan bias pada model Perubahan Struktur sebesar 23,118 sedangkan bias dari model SETAR sebesar 17,248. Sehingga dari semua kriteria yang ada dapat disimpulkan bahwa model SETAR memberikan taksiran parameter model yang lebih akurat dibandingkan dengan Perubahan Struktur untuk simulasi model 1. Perbandingan hasil estimasi kedua metode ini secara lengkap disajikan dalam Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Perbandingan hasil estimasi Perubahan Struktur dan SETAR Model 1

Model	Residual		MSE	Bias	Jumlah parameter yang sesuai dengan rancangan berdasarkan CI 95%
	White Noise	Normalitas			
Perubahan Struktur	Ya	Tidak	1	23,118	2
SETAR	Ya	Ya	1	17,248	2

B. Data Simulasi Model 2

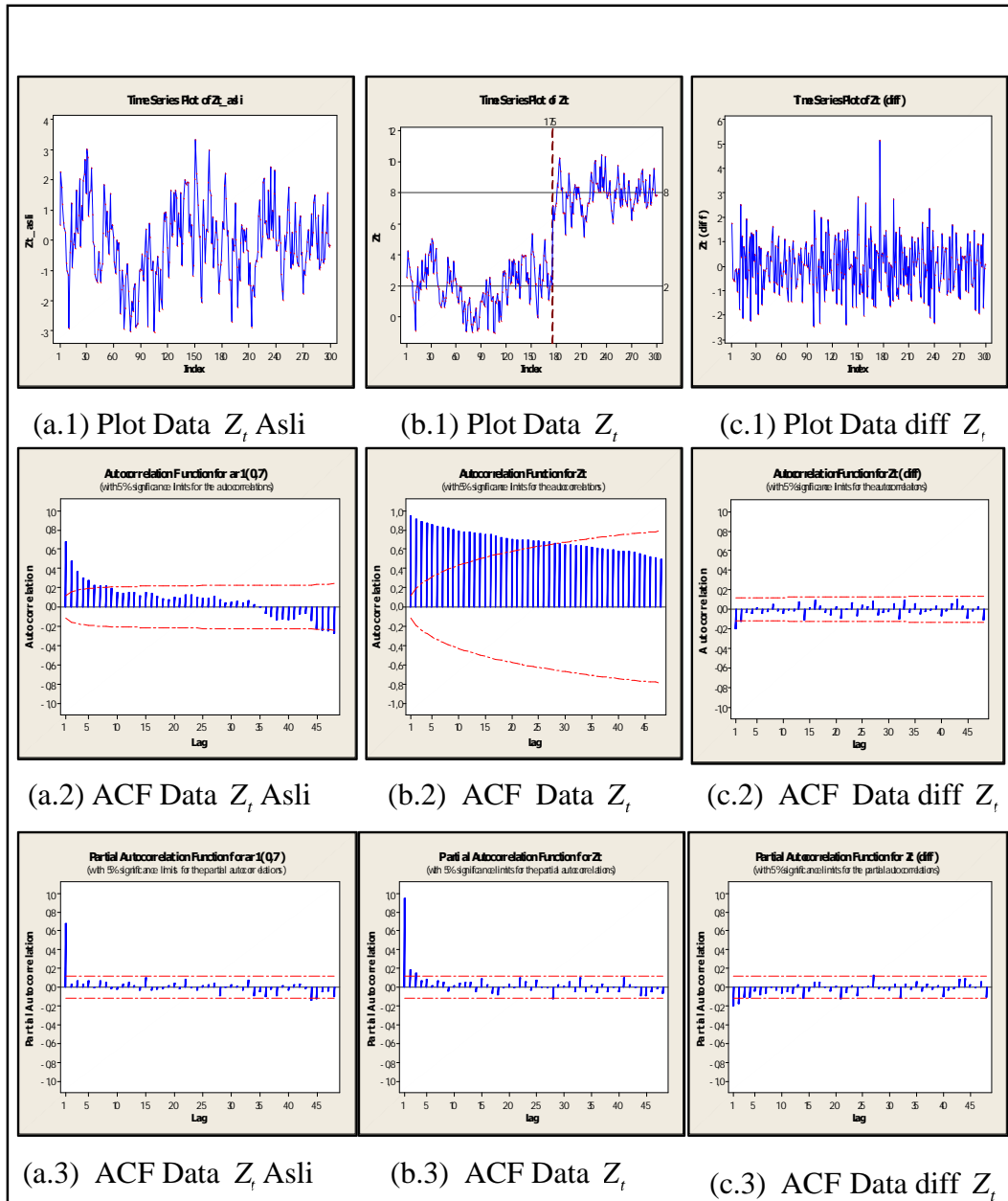
Simulasi Perubahan Struktur model 2 dibangkitkan dari model *Autoregressive* yang diberi Perubahan Struktur pada $T = 175$, dengan $n = 300$, data ke-1 sampai dengan ke-175 (segmen 1) ditambahkan konstanta sebesar 0,6, sedangkan data selanjutnya (segmen 2) diberikan konstanta sebesar 2,4, a_t mengikuti distribusi Normal dengan rata-rata 0 dan varians 1.

B.1 Estimasi dengan Perubahan Struktur

Tahap identifikasi menangkap adanya ketidakstasioneran dalam data yang ditunjukkan plot ACF yang turun cepat (Gambar 4.16 bagian b2). Setelah dilakukan *differencing* data menunjukkan stasioner (Gambar 4.16 bagian c2)., sehingga data Z_t setelah *difference* digunakan untuk menduga variabel prediktor yang masuk dalam model awal Perubahan Struktur. Dugaan untuk model *Autoregressive* awal dari data simulasi ditentukan dengan memasukkan *lag* ke-1, 2, dan 3 sebagai variabel prediktor model awal, karena pada plot PACF data simulasi yang telah di *differencing* (Gambar 4.16 bagian c3) menunjukkan *lag* yang signifikan adalah *lag* ke-1 dan 2. Model ini merupakan model ARI(2,1). Hal ini memberikan suatu penjelasan bahwa model awal sebelum adanya Perubahan Struktur yaitu AR(1), namun model tersebut berubah menjadi ARI(2,1) karena adanya titik *break* pada $T=175$.

Secara visual, berdasarkan plot F Statistik sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.17 (a) terbaca adanya sebuah titik puncak, maka selanjutnya adalah mendapatkan titik *break* melalui nilai minimum BIC. Gambar 4.17 (b) nilai minimum BIC terjadi pada saat m (*break*) =1, sehingga dipilih jumlah *break*

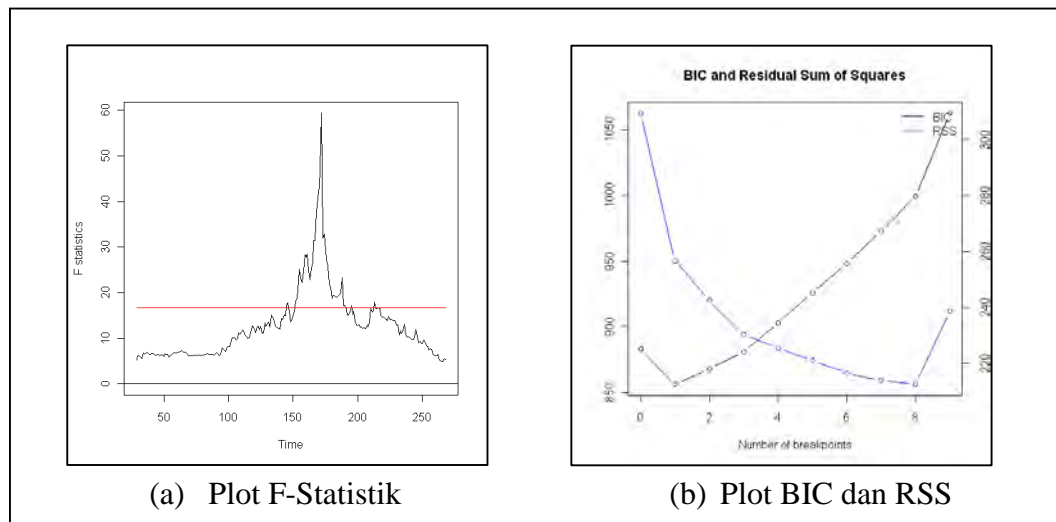
optimal=1. Estimasi Perubahan Struktur secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 5.2.1 (hal.158). Hasil estimasi titik *break* untuk data simulasi model 175 diperoleh titik patahan terjadi pada $T=175$. Ini berarti Perubahan Struktur tertang- kap mulai data ke 176. Hal ini sesuai dengan rancangan simulasi dimana data sebenarnya diberikan titik *break* pada $T=175$.



Gambar 4.16 Plot ACF dan PACF data deret waktu Z_t model 2

Hasil estimasi dengan *package strucchange* pada R 2.7.2 menunjukkan bahwa parameter yang signifikan untuk $m=1$ pada segmen 1 adalah konstanta

$\theta_{0,1}$ dan $Z_{(t-1),1}$ demikian pula pada segmen 2 adalah konstanta $\theta_{0,2}$ dan $Z_{t-1,2}$. Penjelasan lebih lengkap tentang model Perubahan Struktur diberikan pada Lampiran 5.2.1 bagian E (hal.159). Setelah ditemukan parameter yang signifikan, maka dilakukan regresi *stepwise* terhadap parameter yang signifikan dengan cara membuat variabel *dummy* berdasarkan segmen yang ditentukan untuk mendapatkan model terbaiknya. Keterangan tentang memilih model Perubahan Struktur terbaik melalui regresi *stepwise* dijelaskan dalam Lampiran 5.2.1 bagian F (hal.160).



Gambar 4.17 Plot F-Statistik untuk penentuan waktu *break* dan BIC minimum untuk penentuan jumlah *break*.

Tabel 4.19 Uji signifikansi parameter data simulasi Perubahan Struktur model 2

Segmen	Parameter	Koef	SE. Koef	T	P
1	$\theta_{0,1}$	0,52310	0,12120	4,32	0
	$\phi_{1,1}$	0,72959	0,05024	14,52	0
2	$\theta_{0,2}$	4,31950	0,58010	7,45	0
	$\phi_{1,2}$	0,45641	0,07301	6,25	0

Setelah melakukan regresi *stepwise*, diperoleh estimasi model perubahan struktur terbaik melalui regresi *dummy*. Uji signifikansi parameter data simulasi Perubahan Struktur model 2 diberikan pada Tabel 4.19. *P-value* untuk semua parameter pada segmen 1 dan segmen 2 lebih kecil dari α (5%), maka dapat

disimpulkan semua parameter signifikan berbeda dengan nol pada tingkat kesalahan 5% . Model ini sudah memenuhi asumsi *white noise* residual dan normalitas residual sebagaimana digambarkan dalam plot ACF dan PACF serta normalitas data pada Lampiran 5.2.3 (hal.162).

Persamaan Perubahan Struktur terbaik yang diperoleh dengan membagi data menjadi 2 segmen melalui regresi *dummy*, adalah :

$$Z_t = \begin{cases} 0,5231 + 0,7295Z_{t-1,1} + a_{t,1} & \text{jika } T \leq 175 \\ 4,3195 - 0,4564Z_{t-1,2} + a_{t,2} & \text{jika } T > 175 \end{cases}$$

dengan kata lain,

a. Segmen I pada saat $t=1,...,175$, mengikuti persamaan

$$Z_t = 0,5231 + 0,7295Z_{t-1,1} + a_{t,1}$$

b. Segmen II pada saat $t=176,...,300$, mengikuti persamaan

$$Z_t = 4,3195 - 0,4564Z_{t-1,2} + a_{t,2}$$

Model terbaik tersebut menunjukkan bahwa pada saat data berada pada segmen 1 yaitu pada saat sebelum pengamatan ke-34 data dipengaruhi oleh konstanta dan 1 pengamatan sebelumnya sebesar 0,7295 . Sedangkan pada saat data berada pada segmen 2 yaitu setelah pengamatan ke-34 data dipengaruhi oleh konstanta dan 1 pengamatan sebelumnya sebesar -0,4564 .

B.2 Estimasi dengan SETAR

Estimasi nilai *delay*, *threshold*, orde AR *regime lower* dan *regime upper* dipilih melalui nilai AIC minimum untuk setiap kombinasi nilai d . Listing program R untuk menampilkan nilai ini diberikan pada Lampiran 2.3 (hal.136), sedangkan outputnya dijelaskan dalam Lampiran 5.2.2 (hal.161). Pada Tabel 4.20, nilai parameter *delay* yang memberikan estimasi AIC minimum adalah model SETAR (2,3,1) dengan *delay* 2 dan *threshold* 13.10 dan AIC 858.4. Tabel tersebut memberikan alternatif model yang dapat kita pilih.

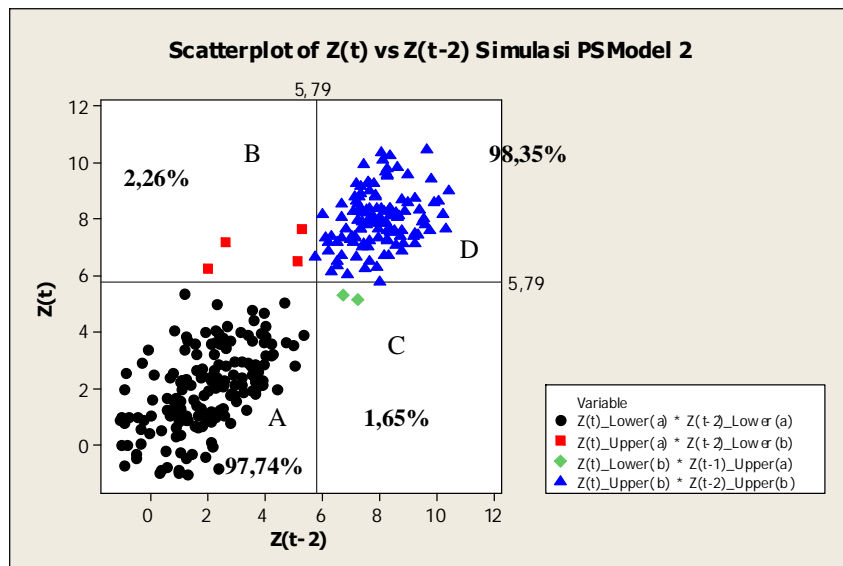
Gambar 4.18 menggambarkan data simulasi model 2 yang terbagi ke dalam 2 *regime* dipisahkan oleh *threshold* sebesar 5,785. Dugaan model tersebut

kemudian dianalisis dengan cara membuat variabel *dummy* untuk kedua *regime*. *Dummy* yang didasarkan pada nilai *threshold* menghasilkan 34 data pada *regime lower* dan 264 pada *regime upper* (Gambar 4.18).

Tabel 4.20 Estimasi nilai d , r , p_1 dan p_2 model 2

d	AIC	r	p_1	p_2
1	831.0	5,024	1	2
2	825.3	5,785	3	1
3	827.6	5,348	1	1
4	834.7	5,348	3	1

Deskriptif pembagian wilayah *lower* & *upper* simulasi setar model 2 diberikan pada Lampiran 7.2 B (hal.194). Daerah A merupakan daerah *Lower-Lower* sebanyak 173 data, daerah B merupakan daerah *Lower-Upper* sebanyak 4 data, daerah C merupakan *Upper-Lower* sebanyak 2 data dan daerah D merupakan daerah *Upper-Upper* sebanyak 119 data. Data yang jatuh pada *regime lower*, memiliki kemungkinan hampir selalu pindah *regime lower* (97,74%) tetapi masih ada kemungkinan pindah pada *regime upper* sebesar 2,26%.



Gambar 4.18 Plot Z_t dan Z_{t-1} data simulasi Perubahan Struktur model 2

Sedangkan data yang jatuh pada *regime upper*, memiliki kemungkinan besar untuk tetap pada *regime upper* sebesar 98,35% sedangkan kemungkinan berpindah pada *regime lower* sebesar 1,65%. Model yang sudah di *dummy* ini kemudian didekati dengan metode OLS melalui pendekatan regresi *Stepwise*

menggunakan bantuan *package* Minitab 14. Setelah diperoleh model terbaik melalui regresi *stepwise* dilakukan regresi terhadap *regime lower* dan *regime upper*.

Parameter yang dimasukkan dalam regresi *stepwise* dipilih berdasarkan estimasi nilai AIC terkecil pada Tabel 4.20 yaitu dengan membuat variabel *dummy* untuk *lower* ($\theta_{0,L}$) dan *upper* ($\theta_{0,H}$), $Z_{(t-1),L}$; $Z_{(t-2),L}$; dan $Z_{(t-3),L}$ pada *regime lower* dan $Z_{(t-1),U}$ pada *regime upper*.

Tabel 4.21 Uji signifikansi parameter SETAR data simulasi model 2

<i>Regime</i>	Parameter	Koef	SE. Koef	T	<i>P-value</i>
1	$\theta_{0,L}$	0,49020	0,12060	4,07	0
	$\phi_{1,L}$	0,76343	0,04695	16,26	0
2	$\theta_{0,H}$	3,75040	0,68700	5,46	0
	$\phi_{1,H}$	0,52871	0,08595	6,15	0

Uji signifikansi parameter ditunjukkan pada Tabel 4.21. *P-value* untuk semua parameter pada segmen 1 dan segmen 2 lebih kecil dari α (5%), maka dapat disimpulkan semua parameter signifikan berbeda dengan nol pada tingkat kesalahan 5% (Lampiran 5.2.2 bagian B hal.161). Model ini sudah memenuhi asumsi *white noise* residual dan syarat normalitas residual sebagaimana digambarkan dalam plot ACF dan PACF serta normalitas data pada Lampiran 5.2.3 (hal.162).

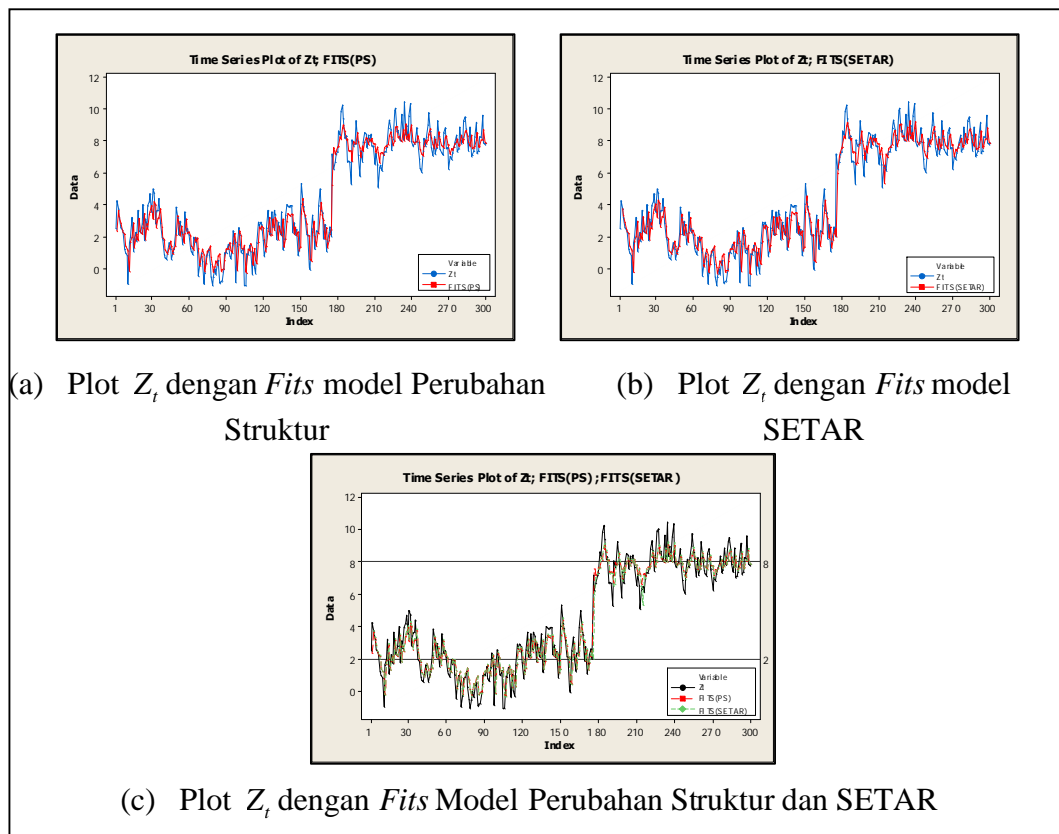
Secara matematis, model terbaik dari model SETAR untuk data simulasi 2 Perubahan Struktur dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Z_t = \begin{cases} 0,4902 + 0,76343 Z_{t-1,L} + a_{t,L} & \text{jika } Z_{t-2} \leq 5,785 \\ 3,7504 - 0,5287 Z_{t-1,H} + a_{t,H} & \text{jika } Z_{t-2} > 5,785 \end{cases}$$

Model terbaik tersebut menunjukkan bahwa pada saat data berada pada *regime lower* yaitu pada saat $Z_{t-2} \leq 5,785$, data dipengaruhi oleh konstanta, dan 1 pengamatan sebelumnya sebesar 0,76343. Sedangkan pada saat data berada pada *regime upper* yaitu pada saat $Z_{t-2} > 5,785$, data dipengaruhi oleh konstanta, dan 1 pengamatan sebelumnya sebesar -0,5287.

B.3 Perbandingan Model Perubahan Struktur dan SETAR Simulasi Model 2

Model peramalan terbaik dapat dilihat dari akurasi taksiran model terhadap data asli. Gambar 4.19 menggambarkan plot Z_t dengan taksiran model Perubahan Struktur dan SETAR. Model peramalan terbaik dipilih dari model yang memiliki nilai MSE yang paling kecil. Pada Tabel 2.23 model terbaik Perubahan Struktur memiliki nilai MSE yang paling kecil yaitu sebesar 0,9 sedangkan MSE model SETAR adalah 1 (Lampiran 5.2.1 dan 5.2.2 hal.158 dan 174). Kedua model ini sudah memenuhi asumsi *white noise* residual dan normalitas residual (Lampiran 5.2.3 hal.162).



Gambar 4.19 Plot Z_t dengan *Fits* Perubahan Struktur dan SETAR model 2.

Nilai konfiden interval dihitung sebagaimana dalam persamaan 2.36 dan bias dalam persamaan 2.37 untuk mengetahui apakah estimasi parameter yang sudah dilakukan sesuai dengan konsep simulasi. Berdasarkan Tabel 4.22 dapat dilihat bahwa CI 95% untuk estimasi parameter Perubahan Struktur hanya

konstanta pada segmen kedua yang tidak sesuai dengan rancangan simulasi, sedangkan parameter yang lain sesuai dengan rancangan simulasi. Sedangkan pada model SETAR semua parameter masuk dalam CI 95% kecuali $\phi_{1,L}$ pada *regime lower*.

Tabel 4.22 Ringkasan hasil estimasi interval parameter model 2

Model		Segmen/ <i>Regime</i>	Para- meter	Koef	SE Koef	Bias	Konfiden Interval 95%	
							min	max
1	Perubahan Struktur	Segmen 1	$\theta_{0,1}$	0,5231	0,121	0,0769	0,1595	0,8867
			$\phi_{1,1}$	0,7296	0,050	-0,0296	0,5789	0,8803
		Segmen 2	$\theta_{0,2}$	4,3195	0,580	-1,9195	2,5792	6,0598
			$\phi_{1,2}$	0,4564	0,073	0,2436	0,2374	0,6754
2	SETAR (2,1,1)	<i>Regime Lower</i>	$\theta_{0,L}$	0,4902	0,121	0,1098	0,1284	0,852
			$\phi_{1,L}$	0,7634	0,047	-0,0634	0,6226	0,9043
		<i>Regime Upper</i>	$\theta_{0,U}$	3,7504	0,687	-1,3504	1,6894	5,8114
			$\phi_{1,U}$	0,5287	0,086	0,1713	0,2709	0,7866

Nilai bias total yang dimutlakkan pada model Perubahan Struktur sebesar 2,2696 sedangkan bias dari model SETAR sebesar 1,6949. Sehingga dari semua kriteria yang ada dapat disimpulkan bahwa model SETAR memberikan taksiran parameter model yang lebih akurat dibandingkan dengan Perubahan Struktur untuk simulasi model 2. Perbandingan hasil estimasi kedua metode ini secara lengkap disajikan dalam Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Perbandingan hasil estimasi Perubahan Struktur dan SETAR Model 2

Model	Residual		MSE	Bias	Jumlah parameter yang sesuai dengan rancangan berdasarkan CI 95%
	White Noise	Norma litas			
Perubahan Struktur	Ya	Ya	0,9	2,2696	3
SETAR	Ya	Ya	1	1,6949	3

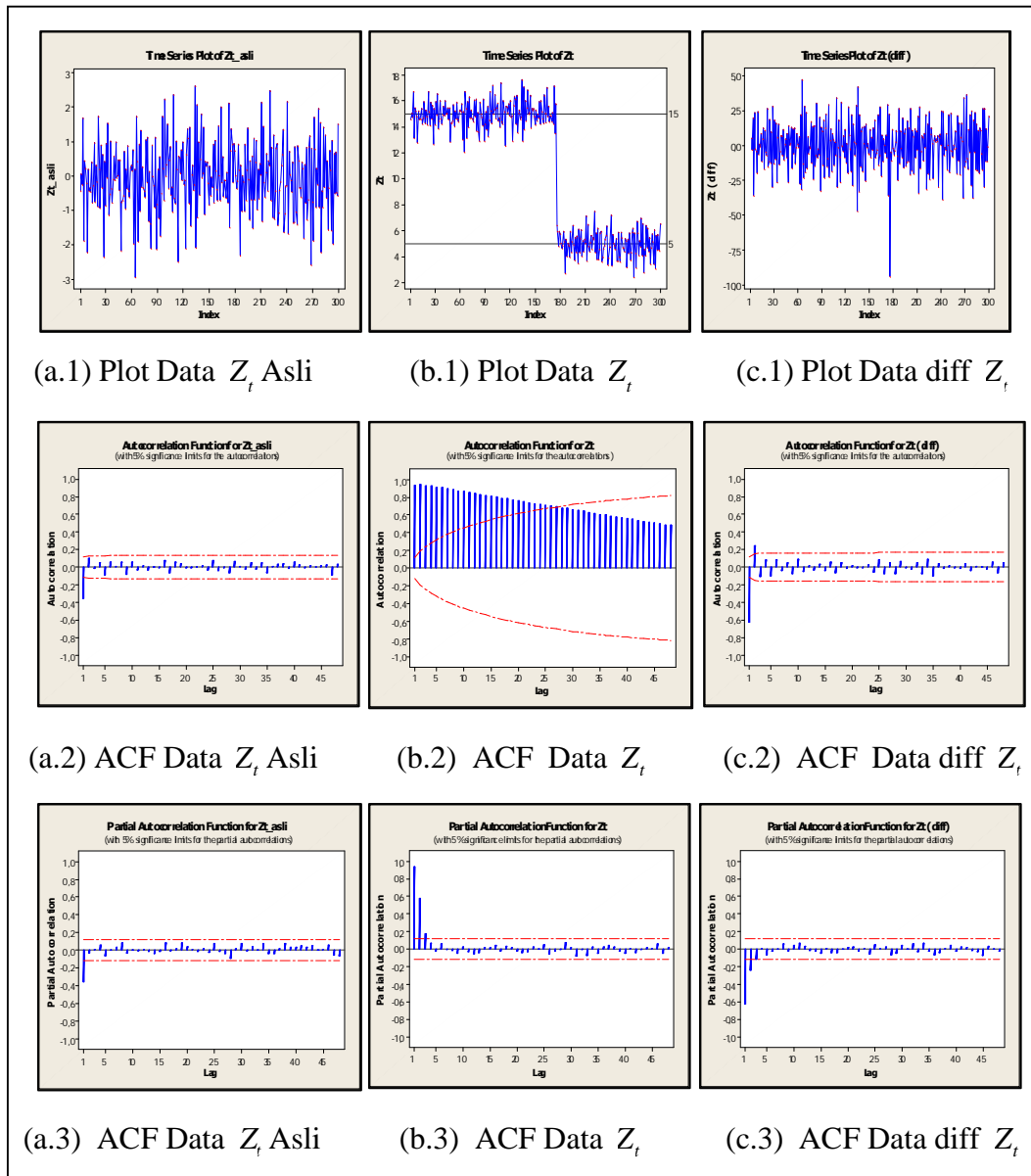
C. Data Simulasi Model 3

Simulasi Perubahan Struktur model 3 dibangkitkan dari model *Autoregressive* yang diberi Perubahan Struktur pada $T = 175$, dengan $n = 300$, data ke-1 sampai dengan ke-175 (segmen 1) ditambahkan konstanta sebesar 10,5, sedangkan data selanjutnya (segmen 2) diberikan konstanta sebesar 3,5. a_t mengikuti distribusi Normal dengan rata-rata 0 dan varians 1. Model Simulasi tersebut secara matematis dapat dituliskan seperti persamaan 3.7.

C.1 Estimasi dengan Perubahan Struktur

Sebagaimana pada data simulasi 2, tahap identifikasin untuk data 3 menangkap adanya ketidakstasioneran dalam data yang ditunjukkan plot ACF yang turun cepat (Gambar 4.20 bagian b2). Setelah dilakukan *differencing* data menunjukkan stasioner (Gambar 4.20 bagian c2)., sehingga data Z_t setelah *difference* digunakan untuk menduga variabel prediktor yang masuk dalam model awal Perubahan Struktur. Dugaan untuk model *Autoregressive* awal dari data simulasi ditentukan dengan memasukkan *lag* ke-1, 2, dan 3 sebagai variabel prediktor model awal, karena pada plot PACF data simulasi yang telah di *differencing* (Gambar 4.20 bagian c3) menunjukkan *lag* yang signifikan adalah *lag* ke-1 dan 2. Model ini merupakan model ARI(2,1). Hal ini memberikan suatu penjelasan bahwa model awal sebelum adanya Perubahan Struktur yaitu AR(1), namun model tersebut berubah menjadi ARI(2,1) karena adanya titik *break* pada $T=175$.

Secara visual, berdasarkan plot F Statistik sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.21 bagian (a) terbaca adanya sebuah titik puncak, maka selanjutnya adalah mendapatkan titik *break* melalui nilai minimum BIC. Gambar 4.21 bagian (b) nilai minimum BIC terjadi pada saat m (*break*) =1, sehingga dipilih jumlah *break* optimal = 1. Estimasi Perubahan Struktur secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 5.3.1 (hal.163). Hasil estimasi titik *break* untuk data simulasi model 175 diperoleh titik patahan terjadi pada $T=175$. Ini berarti Perubahan Struktur tertangkap mulai data ke 176. Hal ini sesuai dengan rancangan simulasi dimana data sebenarnya diberikan titik *break* pada $T=175$.



Gambar 4.20 Plot ACF dan PACF data deret waktu Z_t model 3

Hasil estimasi dengan *package strucchange* pada R 2.7.2 menunjukkan bahwa parameter yang signifikan untuk $m=1$ pada segmen 1 adalah konstanta ($\theta_{0,1}$) dan $Z_{(t-1),1}$ demikian pula pada segmen 2 adalah konstanta ($\theta_{0,2}$) dan $Z_{(t-1),2}$. Penjelasan lebih lengkap tentang model Perubahan Struktur diberikan pada Lampiran 5.3.1 (hal.163). Setelah ditemukan parameter yang signifikan, maka dilakukan regresi *stepwise* terhadap parameter yang signifikan dengan cara membuat variabel *dummy* berdasarkan segmen yang ditentukan untuk mendapatkan model terbaiknya.

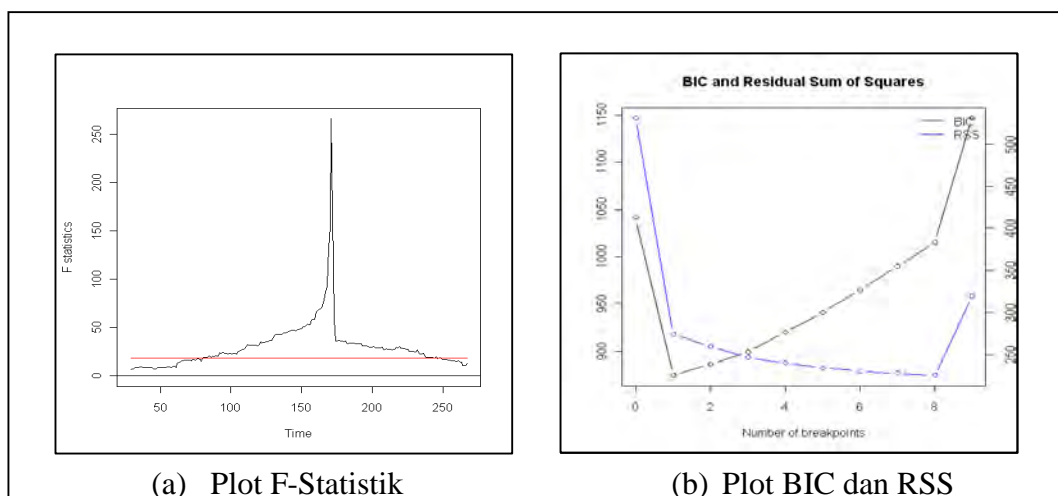
Keterangan tentang memilih model Perubahan Struktur terbaik melalui regresi *stepwise* dijelaskan dalam Lampiran 5.3.1 bagian F (hal. 165). Setelah melakukan regresi *stepwise*, diperoleh estimasi model perubahan struktur terbaik melalui regresi *dummy*. Uji signifikansi parameter data simulasi Perubahan Struktur model 2 diberikan pada Tabel 4.24. *P-value* untuk semua parameter pada segmen 1 dan segmen 2 lebih kecil dari α (5%), maka dapat disimpulkan semua parameter signifikan berbeda dengan nol pada tingkat kesalahan 5% . Model ini sudah memenuhi asumsi *white noise* residual dan normalitas residual sebagaimana digambarkan dalam plot ACF dan PACF serta normalitas data pada Lampiran 5.3.3 (hal.168).

Tabel 4.24 Uji signifikansi parameter data simulasi Perubahan Struktur model 3

Segmen	Parameter	Koef	SE. Koef	T	P
1	$\theta_{0,1}$	20,6520	1,09300	18,89	0,000
	$\phi_{1,1}$	-0,3802	0,07292	-5,21	0,000
2	$\theta_{0,2}$	5,5696	0,32590	17,09	0,000
	$\phi_{1,2}$	-0,1251	0,06257	-2,00	0,047

Persamaan Perubahan Struktur terbaik yang diperoleh dengan membagi data menjadi 2 segmen melalui regresi *dummy*, adalah :

$$Z_t = \begin{cases} 20,6520 - 0,3802Z_{t-1,1} + a_{t,1} & \text{jika } T \leq 175 \\ 5,5696 - 0,1251Z_{t-1,2} + a_{t,2} & \text{jika } T > 175 \end{cases}$$



Gambar 4.21 Plot F-Statistik untuk penentuan waktu *break* dan BIC minimum untuk penentuan jumlah *break*.

dengan kata lain,

a. Segmen I pada saat $t = 1, \dots, 175$, mengikuti persamaan

$$Z_t = 20,6520 - 0,3802Z_{t-1,1} + a_{t,1}$$

b. Segmen II pada saat $t = 176, \dots, 300$, mengikuti persamaan

$$Z_t = 5,5696 - 0,1251Z_{t-1,2} + a_{t,2}$$

Model terbaik tersebut menunjukkan bahwa pada saat data berada pada segmen 1 yaitu pada saat sebelum pengamatan ke-175 data dipengaruhi oleh konstanta dan 1 pengamatan sebelumnya sebesar $-0,3802$. Demikian pula pada saat data berada pada segmen 2 yaitu setelah pengamatan ke-175 data dipengaruhi oleh konstanta dan 1 pengamatan sebelumnya sebesar $-0,1251$.

C.2 Estimasi dengan SETAR

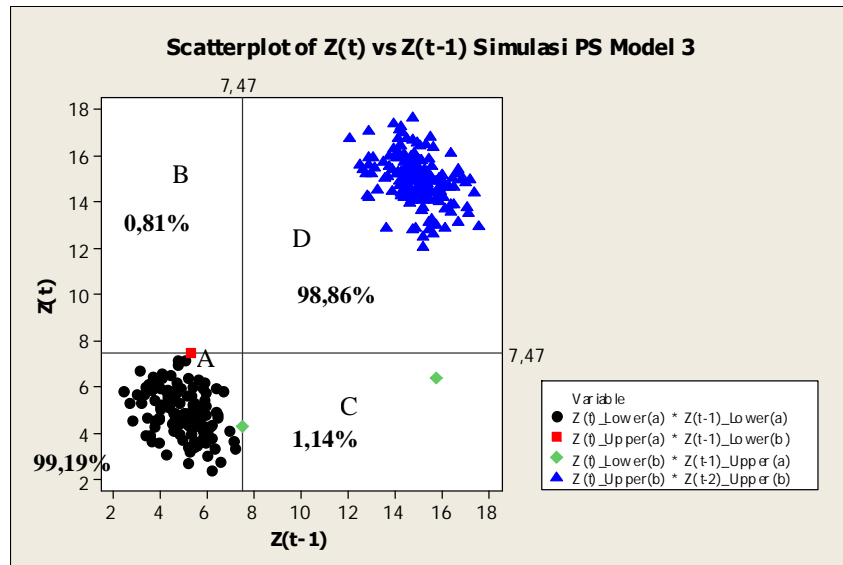
Estimasi nilai *delay*, *threshold*, orde AR *regime lower* dan *regime upper* dipilih melalui nilai AIC minimum untuk setiap kombinasi nilai d . Listing program R untuk menampilkan nilai ini diberikan pada Lampiran 2.3 (hal.136), sedangkan outputnya dijelaskan dalam Lampiran 5.3.2 (hal.166). Pada Tabel 4.25, nilai parameter *delay* yang memberikan estimasi AIC minimum adalah model SETAR (2,1,1) dengan *delay* 1 dan *threshold* 7,469 dan AIC 873,1. Tabel 4.33 memberikan alternatif model yang dapat kita pilih.

Tabel 4.25 Estimasi nilai d , r , p_1 dan p_2 model 3

d	AIC	r	p_1	p_2
1	873,1	7,469	1	1
2	937,4	7,469	1	0
3	953,8	7,469	1	2
4	954,7	5,171	2	3

Gambar 4.22 menggambarkan data simulasi model 3 yang terbagi ke dalam 2 *regime* dipisahkan oleh *threshold* sebesar 7,469. Dalam Gambar tersebut sejumlah 123 data masuk ke dalam *regime lower* dan 176 data masuk ke dalam *regime upper*. Deskriptif pembagian wilayah *lower* & *upper* simulasi setar model 1 diberikan pada Lampiran 7.2 C (hal.194). Daerah A merupakan daerah *Lower-Lower* sebanyak 122 data, daerah B merupakan daerah *Lower-Upper* sebanyak 1 data, daerah C merupakan *Upper-Lower* sebanyak 2 data dan daerah D merupakan

daerah *Upper-Upper* sebanyak 174 data. Data yang jatuh pada *regime lower* kemungkinan besar tetap di *regime lower* sebesar 99,18% sedangkan yang jatuh pada *regime upper* akan cenderung tetap di *regime upper* (98,86%)



Gambar 4.22 Diagram titik Z_t dengan Z_{t-1} *regime lower* dan *upper*

Dugaan model tersebut kemudian dianalisis dengan cara membuat variabel *dummy* untuk kedua *regime*. *Dummy* yang didasarkan pada nilai *threshold* menghasilkan 177 data pada *regime lower* dan 121 pada *regime upper*. Setelah diperoleh model terbaik melalui regresi stepwise dilakukan regresi terhadap *regime lower* dan *regime upper*.

Tabel 4.26 Uji signifikansi parameter SETAR (2,1,0) data simulasi model 3

Regime	Parameter	Koef	SE. Koef	T	P-value
1	$\theta_{0,L}$	6,7090	0,5745	11,68	0,000
	$\phi_{1,L}$	-0,3612	0,1147	-3,15	0,002
2	$\theta_{0,U}$	14,8555	0,0961	154,54	0,000

Parameter yang dimasukkan dalam regresi *stepwise* dipilih berdasarkan estimasi nilai AIC terkecil pada Tabel 4.25 yaitu dengan membuat variabel *dummy* untuk *lower* dan *upper*, $Z_{(t-1),L}$ pada *regime lower* dan $Z_{(t-1),U}$ pada *regime upper*.

Uji signifikansi parameter ditunjukkan pada Tabel 4.26. *P-value* untuk semua parameter pada segmen 1 dan segmen 2 lebih kecil dari α (5%), maka

dapat disimpulkan semua parameter signifikan berbeda dengan nol pada tingkat kesalahan 5% (Lampiran 5.3.2. D hal.166). Model ini belum memenuhi asumsi *white noise* residual dan syarat normalitas residual sebagaimana digambarkan dalam plot ACF dan PACF serta normalitas data pada Lampiran 5.3.3 (hal.168). Hal ini terjadi karena ada satu titik yang salah spesifikasi (kelompok *lower* yang teridentifikasi *upper*) dan adanya sebuah pencilan.

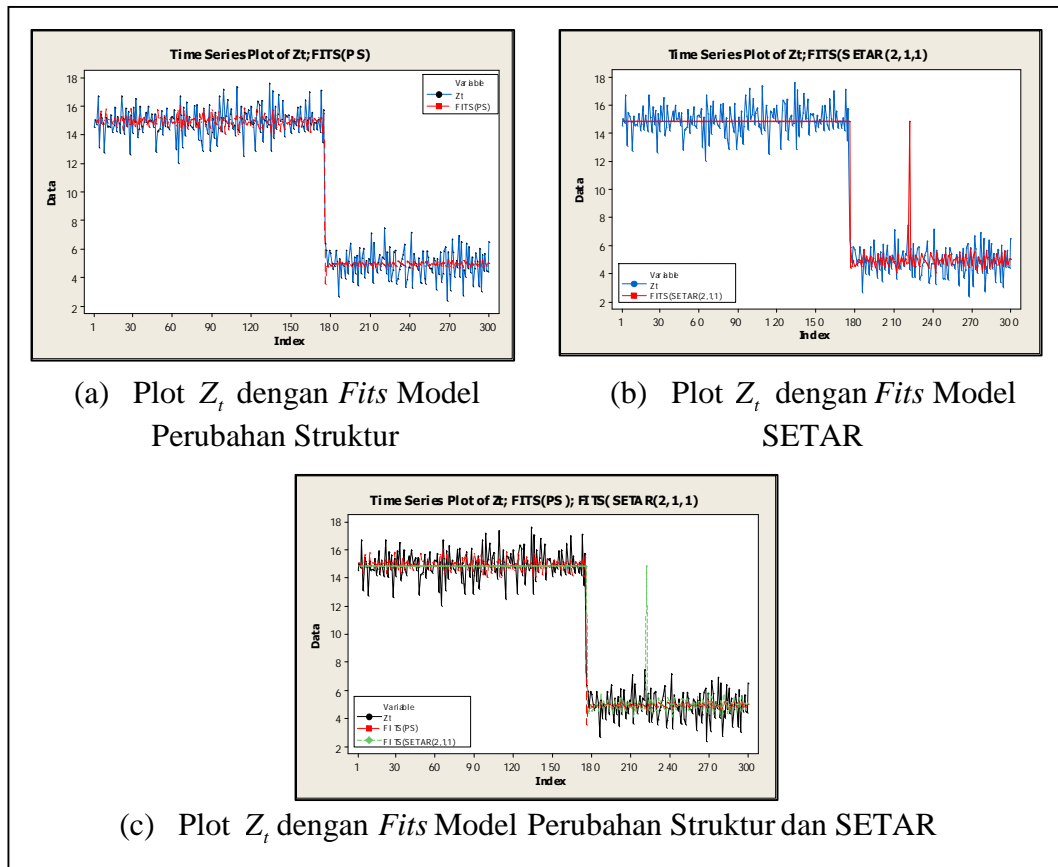
Secara matematis, model terbaik dari model SETAR untuk data simulasi model 3 Perubahan Struktur dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Z_t = \begin{cases} 6,709 - 0,3612Z_{t-1,L} + a_{t,L} & \text{jika } Z_{t-1} \leq 7,469 \\ 14,855 + a_{t,U} & \text{jika } Z_{t-1} > 7,469 \end{cases}$$

Model terbaik tersebut menunjukkan bahwa pada saat data berada pada *regime lower* yaitu pada saat $Z_{t-1} \leq 7,469$, data dipengaruhi oleh konstanta, dan 1 pengamatan sebelumnya sebesar -0,3612. Sedangkan pada saat data berada pada *regime upper* yaitu pada saat $Z_{t-1} > 7,469$, data hanya dipengaruhi oleh konstanta.

C.3 Pembandingan Model Perubahan Struktur dan SETAR Simulasi Model 3

Model peramalan terbaik dapat dilihat dari akurasi taksiran model terhadap data asli. Gambar 4.23 menggambarkan plot Z_t dengan taksiran model Perubahan Struktur dan SETAR. Model peramalan terbaik dipilih dari model yang memiliki nilai MSE yang paling kecil. Model terbaik model Perubahan Struktur memiliki MSE sebesar 1 sedangkan MSE model SETAR adalah 2 (Lampiran 5.3.1 dan 5.3.2 hal.163 dan 166). Model Perubahan Struktur ini sudah memenuhi asumsi *white noise* residual dan normalitas residual sebagaimana digambarkan dalam plot ACF dan PACF serta normalitas data pada Lampiran 5.3.3 (hal.168), sedangkan model SETAR tidak memenuhi keduanya. Lebih lengkap tentang perbandingan estimasi kedua model ini dapat dilihat pada Tabel 4.27.



Gambar 4.23 Plot Z_t dengan *Fits* Perubahan Struktur dan SETAR Model 3

Tabel 4.27 Perbandingan hasil estimasi Perubahan Struktur dan SETAR Model 3

Model	Residual		MSE	Bias	Jumlah parameter yang sesuai dengan rancangan berdasarkan CII 95%
	White Noise	Normalitas			
Perubahan Struktur	Ya	Ya	1	13,3266	4
SETAR	Tidak	Tidak	2	16,108	3

Tabel 4.28 memperlihatkan CI 95% 1 parameter model SETAR tidak sesuai dengan rancangan simulasi. Jika dilihat dari nilai bias total yang dimutlakan bias pada model Perubahan Struktur sebesar 13,3266 sedangkan bias dari model SETAR sebesar 16,108. Sehingga dari semua kriteria yang ada dapat disimpulkan bahwa model Perubahan Struktur dalam kasus ini memberikan taksiran parameter model yang lebih akurat.

Tabel 4.28 Ringkasan hasil estimasi konfiden interval parameter model 3

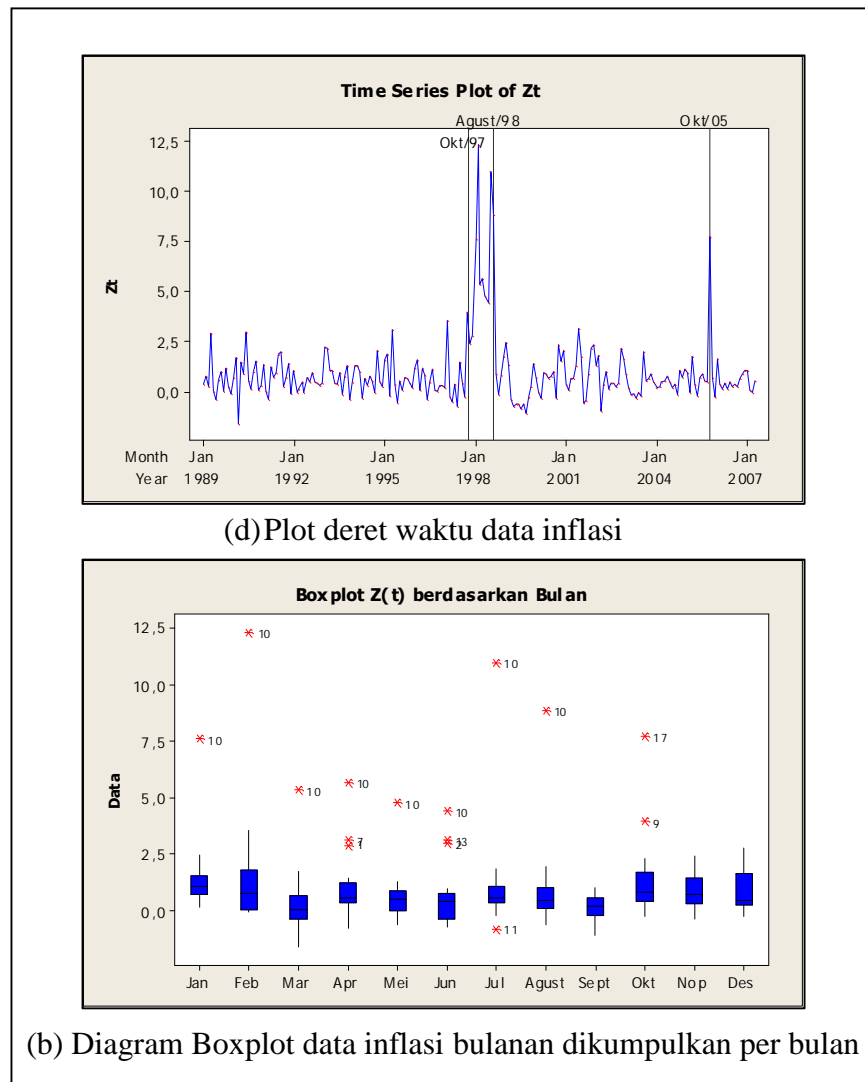
Model		Regime	Parameter	Koef	SE Koef	Bias	Konfiden Interval 95%	
							min	max
1	Perubahan Struktur	Segmen 1	$\theta_{0,1}$	20,652	1,093	-10,152	18,51	22,794
			$\phi_{1,1}$	-0,380	0,0729	0,68	-0,523	-0,237
		Segmen 2	$\theta_{0,2}$	5,5696	0,3259	-2,0696	4,931	6,208
			$\phi_{1,2}$	-0,125	0,0623	0,425	-0,247	-0,003
2	SETAR (2,1,0)	Regime Lower	$\theta_{0,L}$	6,709	0,5745	3,791	5,583	7,835
			$\phi_{1,L}$	-0,361	0,1147	0,661	-0,586	-0,136
		Regime Upper	$\theta_{0,U}$	14,856	0,0961	-11,356	14,67	15,044
			$\phi_{1,L}$	0		0,3		

4.2 Studi Kasus Data Inflasi Surabaya

Data Inflasi diduga seringkali mengalami pergeseran mengikuti pola perkembangan ekonomi masyarakat. Pergeseran ini akan ditangkap melalui model SETAR dan Perubahan Struktur. Data yang digunakan adalah data inflasi bulanan di Surabaya mulai Januari tahun 1989 sampai dengan Desember 2008. Dari 240 data, 220 data akan digunakan untuk pemodelan sedangkan 20 data untuk validasi.

Jika diamati pada Gambar 4.24, plot deret waktu data inflasi menunjukkan ada beberapa loncatan data yang signifikan yaitu Oktober 1997 sampai dengan Agustus 1998 dan Oktober 2005. Selain nilai-nilai tersebut dari diagram boxplot juga tampak ada 14 titik yang termasuk outlier antara lain adalah pada saat April 1989, Juni 1990, April 1996, Oktober 1997, Januari sampai dengan Juni 1998, Agustus 1998, Juli 1999, Juni 2001 dan Oktober 2005. Faktor-faktor penyebab inflasi dan rincian yang memicu data outlier dijelaskan pada bagian 2.8.2. dan Tabel 2.1. Beberapa outlier yang dapat dideteksi penyebabnya yaitu tingginya inflasi pada bulan Juni 1990 merupakan efek akibat naiknya BBM sebesar 22% pada bulan Mei 1990. Kemudian terjadinya krisis moneter pada bulan Juli 1997 memberikan dampak yang relatif panjang yaitu pada bulan Oktober 1997 inflasi mulai meningkat tajam sampai dengan bulan Agustus 1998 inflasi tidak stabil.

Kenaikan BBM sebesar 125% pada Oktober 2005 juga menimbulkan lonjakan pada tingkat inflasi di Surabaya. Sedangkan terjadinya outlier pada bulan April 1989, April 1996, Juli 1999 dan Juni 2001 tidak terdeteksi penyebabnya oleh peneliti.



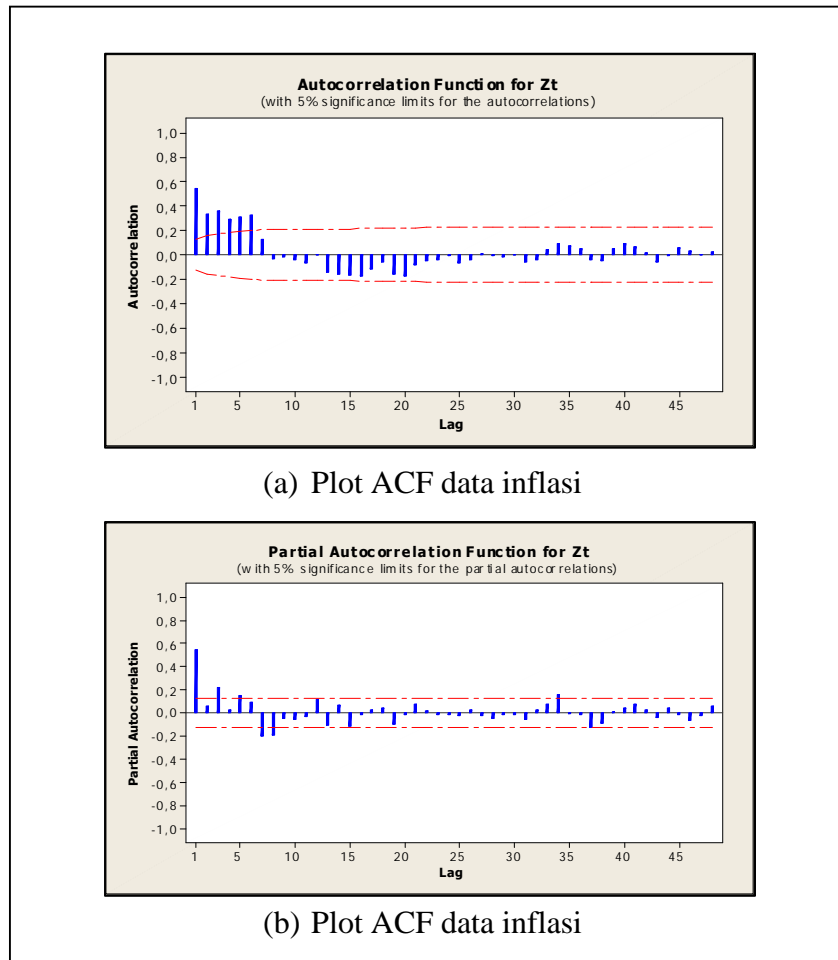
Gambar 4.24 Plot deret waktu dan Boxplot data inflasi

Sebelum melakukan analisis baik dengan model SETAR, ARIMA ataupun Perubahan Struktur, data inflasi dapat digambarkan dalam bentuk diskripsi data sebagai berikut :

Tabel 4.29 Deskriptif data Inflasi

Mean	SE.Mean	Standart Deviasi	Varians	Koef. Variasi
0,935	0,114	1,689	2,852	180,61

Dari hasil deskriptif tersebut kita dapatkan bahwa nilai mean adalah 0,935 dengan standart residual mean sebesar 0,114, standart deviasi 1,689, varians sebesar 2,852 dengan koefisien variasi sebesar 180,61.



Gambar 4.25 Plot ACF dan PACF data inflasi

Tahap awal adalah melakukan uji nonlinieritas Terasvirta sebagai syarat data dapat dianalisis dengan model SETAR. Rangkuman hasil uji nonlinieritas Terasvirta untuk data inflasi ditampilkan pada Tabel berikut:

Tabel 4.30 Uji nonlinieritas Terasvirta data inflasi

χ^2	P_value	Ket
11,0498	0,003986	nonlinier

Pada Tabel 4.30 tampak bahwa pengolahan data inflasi dengan *package* tsDyn pada R 2.7.2 sudah memenuhi sifat nonlinieritas data karena p_value lebih kecil dari α (5%).

Proses identifikasi pada data simulasi untuk melihat kestasioneran data dalam mean dapat diketahui melalui plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) seperti pada Gambar 4.25. Jika dilihat pada data secara keseluruhan, plot ACF dan PACF menunjukkan pola stasioner dengan nilai ACF dan PACF yang keluar pada beberapa titik. Sedangkan pada plot ACF dan PACF untuk *regime lower* dan *upper*, data menunjukkan pola stasioner bahkan cenderung *white noise*.

4.2.1. Estimasi dengan SETAR

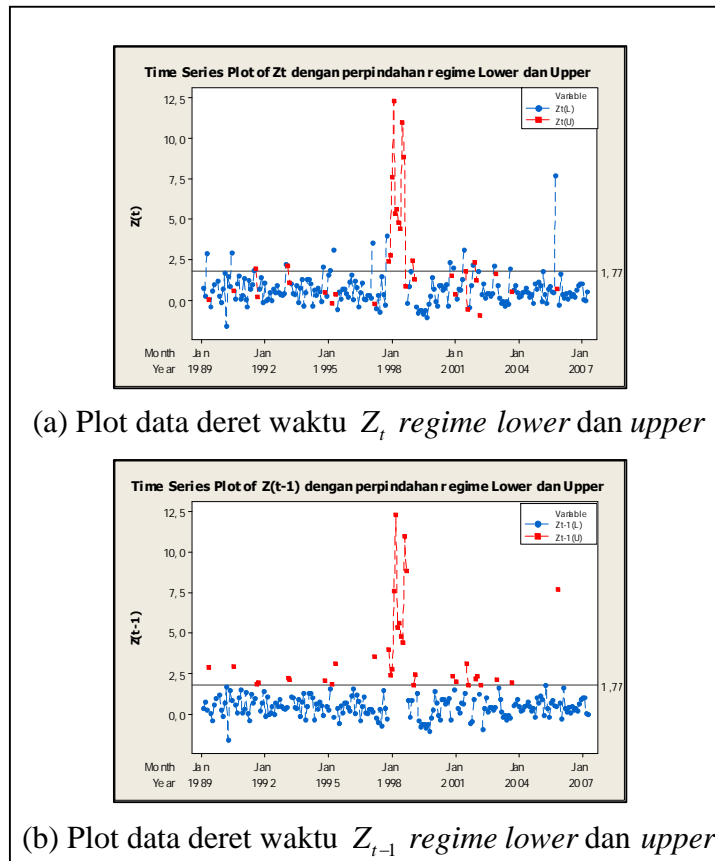
Pemodelan data dengan SETAR dilakukan dalam beberapa tahap, sebagaimana telah disebutkan pada subbab sebelumnya. Setelah dilakukan uji nonlinieritas, pemodelan dengan SETAR perlu mengestimasi nilai *delay*, *threshold*, orde AR *regime lower* dan *regime upper*.

Tabel 4.31 Hasil Estimasi nilai d , r , p_1 dan p_2 data inflasi

d	r	p_1	p_2	AIC
1	1,7715	1	10	657,7856
1	1,7715	2	10	659,7840
1	1,7715	3	10	660,8886
1	1,7715	1	9	661,1983
1	1,7715	1	8	661,9783
1	1,7715	1	7	662,2809
1	1,7715	4	10	662,5685
1	1,7715	2	9	663,1983
1	1,7715	5	10	663,5343
1	1,7715	2	8	663,9780

Estimasi nilai *delay*, *threshold*, orde AR *regime lower* dan *regime upper* dipilih melalui nilai AIC minimum (MAIC) dari 10 nilai AIC terkecil yang ada pada Tabel 4.31. Listing program R untuk menampilkan nilai ini diberikan pada Lampiran 2.3.A (hal.136). Pada Tabel 4.31, model yang memberikan estimasi AIC terkecil adalah model SETAR (2,1,10) dengan *delay* 1, *threshold* 1,7715 dengan AIC 657,7856. Akan tetapi model yang dipilih *package* tsDyn melalui

program R adalah model yang memberikan nilai AIC yang minimum tanpa memperhatikan signifikansi dari parameter yang ada dalam model, sehingga model-model ini bukan merupakan model akhir. Model-model tersebut akan dijadikan sebagai petunjuk untuk memilih model terbaik.

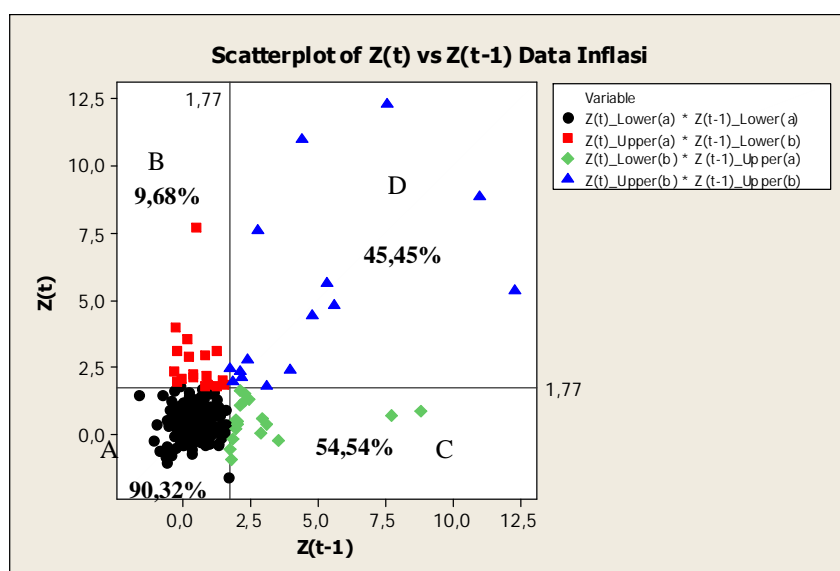


Gambar 4.26 Plot data deret waktu Z_t dan Z_{t-1} Inflasi

Dugaan model tersebut kemudian dianalisis dengan cara membuat variabel *dummy* untuk kedua *regime* berdasarkan nilai *threshold* pada 1,7715. Gambar 4.26 menunjukkan data inflasi yang dibagi menjadi 2 *regime* berdasarkan nilai *threshold* pada 1,7715. *Threshold* ini membagi data inflasi menjadi 186 data masuk pada *regime lower* dan 33 data masuk pada *regime upper*. Gambar 4.26(a) dan 4.26(b). Jika yang diberi garis *threshold* adalah plot data deret waktu dari Z_t , tampak data bisa berpindah tiap saat dari *regime lower* (warna biru) ke *regime upper* (warna merah) atau sebaliknya sebagaimana ditunjukkan Gambar 4.26(a). Tetapi jika yang diberi garis *threshold* adalah plot data deret waktu dari Z_{t-1} (Gambar 4.26(b)),

maka tampak jelas semua *regime lower* berada dibawah garis *threshold* dan *regime upper* diatas garis *threshold*.

Deskriptif pembagian wilayah *lower & upper* simulasi setar model 1 diberikan pada Lampiran 7.3 (hal.194). Gambar 4.27 menjelaskan daerah A merupakan daerah *Lower-Lower* sebanyak 168 data, daerah B merupakan daerah *Lower-Upper* sebanyak 18 data, daerah C merupakan *Upper-Lower* sebanyak 18 data dan daerah D merupakan daerah *Upper-Upper* sebanyak 15 data. Data yang jatuh pada *regime lower*, memiliki kemungkinan besar akan tetap di *regime lower* sebesar 90,32%, kemungkinan berpindah pada *regime upper* hanya sebesar 9,68%. Sedangkan data yang jatuh pada *regime upper*, memiliki kemungkinan untuk berpindah pada *regime lower* sebesar 54,54%, dan kemungkinan tetap pada *regime upper* sebesar 45,45%. Model yang sudah di *dummy* ini kemudian didekati dengan metode OLS melalui pendekatan regresi *Stepwise* menggunakan bantuan *package* Minitab 14. Setelah diperoleh model terbaik melalui regresi *stepwise* dilakukan regresi terhadap *regime lower* dan *regime upper*.



Gambar 4.27 Plot Z_t dengan Z_{t-1} *regime lower* dan *upper* data inflasi sebelum pemodelan

Parameter yang dimasukkan dalam regresi *stepwise* dipilih berdasarkan estimasi nilai AIC terkecil pada Tabel 4.31 yaitu *dummy* untuk *lower* ($\theta_{0,L}$) dan

$upper (\theta_{0,H}), Z_{(t-1),L}$ pada *regime lower* dan $Z_{(t-1),U}; Z_{(t-1),U}; Z_{(t-2),U}; Z_{(t-3),U}; Z_{(t-4),U}; Z_{(t-5),U}; Z_{(t-6),U}; Z_{(t-7),U}; Z_{(t-8),U}; Z_{(t-9),U}$ dan $Z_{(t-10),U}$ pada *regime upper* (Lampiran 6.1.D hal.170). Parameter yang signifikan pada tahap ini kemudian di regresikan sehingga model SETAR yang terbentuk adalah SETAR (2;0,[1,4,5,6,8]).

Tabel 4.32 Hasil estimasi parameter SETAR (2;0,[1,4,5,6,8])

Parameter	Koefisien	thit	P-value	Keputusan
$\theta_{0,L}$	0,64317	7,27	0,000	Tolak H_0
$\phi_{1,U}$	0,55658	8,32	0,000	Tolak H_0
$\phi_{4,U}$	0,22900	2,20	0,029	Tolak H_0
$\phi_{5,U}$	0,32750	2,76	0,006	Tolak H_0
$\phi_{5,U}$	0,45252	4,83	0,000	Tolak H_0
$\phi_{8,U}$	-1,23710	-7,80	0,000	Tolak H_0

Model diatas memenuhi syarat signifikansi parameter sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.32, akan tetapi uji *white noise* dan normalitas residual (Lampiran 6.1.F hal.173) belum terpenuhi. Plot ACF *lag* ke 12 dan plot PACF *lag* ke 12 dari model SETAR (2;0,[1,4,5,6,8]) masih keluar batas. Untuk mendapatkan model yang memenuhi uji *white noise* dan normalitas residual maka dilakukan pemodelan dengan menyertakan *lag* yang masih signifikan yaitu sampai dengan *lag* ke-12 kemudian di regresikan kembali. Parameter yang signifikan pada tahap regresi *stepwise* kemudian di regresikan sehingga model SETAR baru yang terbentuk adalah SETAR (2;0,[1,4,5,6,8,10,12]).

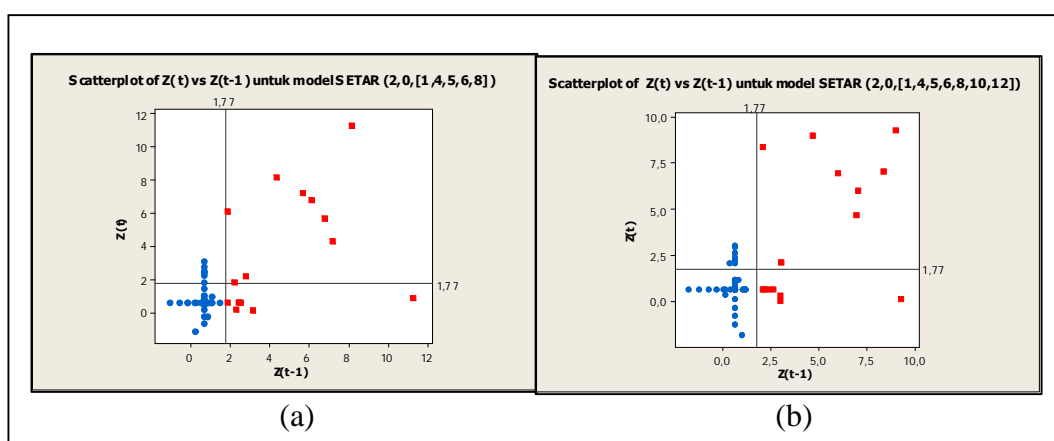
Semua parameter model SETAR baru ini memenuhi syarat signifikansi parameter sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.33. Model ini juga signifikan dalam uji *white noise* karena plot ACF dan PACF sudah tidak ada yang signifikan, akan tetapi normalitas residual (Lampiran 6.1.F hal.173) belum terpenuhi. Ketidak normalan residual pada Model SETAR (2;0,[1,4,5,6,8]) disebabkan masih banyak titik yang salah spesifikasi (kelompok *lower* yang teridentifikasi *upper*) dan sebaliknya seperti ditunjukkan oleh Gambar 4.28. Sedangkan model SETAR (2;0,[1,4,5,6,8,10,12]) tidak ada titik yang salah.

Tabel 4.33 Hasil Estimasi Parameter SETAR (2;0,[1,4,5,6,8,10,12])

Parameter	Koefisien	SE.Koef	thit	P-value
$\theta_{0,L}$	0,65045	0,08688	7,49	0,000
$\phi_{1,U}$	0,58930	0,06574	8,96	0,000
$\phi_{4,U}$	0,28920	0,10370	2,79	0,006
$\phi_{5,U}$	0,31200	0,12020	2,60	0,010
$\phi_{6,U}$	0,39730	0,11080	3,59	0,000
$\phi_{8,U}$	-1,16260	0,16950	-6,86	0,000
$\phi_{10,U}$	-0,58540	0,18510	-3,16	0,002
$\phi_{12,U}$	0,43630	0,11640	3,75	0,000

Secara matematis, model terbaik dari model SETAR untuk data inflasi Surabaya dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Z_t = \begin{cases} 0,65045 + a_{t,L} & \text{jika } Z_{t-1} \leq 1,7715 \\ 0,5893Z_{(t-1),U} + 0,2892Z_{(t-4),U} + 0,312Z_{(t-5),U} + 0,3973Z_{(t-6),U} \\ -1,1626Z_{(t-8),U} - 0,5854Z_{(t-10),U} + 0,4363Z_{(t-12),U} + a_{t,U} & \text{jika } Z_{t-1} > 1,7715 \end{cases}$$



Gambar 4.28 (a) Plot Z_t dengan Z_{t-1} SETAR (2;0,[1,4,5,6,8]) dan (b) Plot Z_t dengan Z_{t-1} SETAR (2;0,[1,4,5,6,8,10,12])

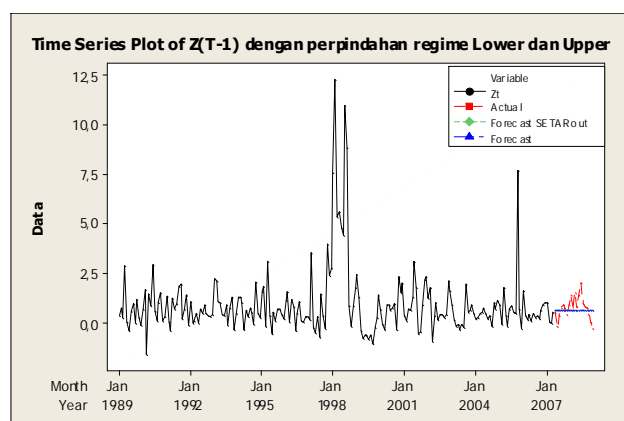
Model kedua menunjukkan bahwa untuk data inflasi, pada *regime lower* yaitu pada saat $Z_{t-1} \leq 1,7715$ dipengaruhi oleh konstanta dan $-0,65045$, sedangkan pada saat *regime upper* yaitu saat $Z_{t-1} > 1,7715$ pengamatan

dipengaruhi oleh konstanta dan oleh pengamatan pada 1, 4, 5, 6, 8, 10 dan 12 bulan sebelumnya.

Tabel 4.34 Perbandingan Kebaikan Model Berdasarkan Kriteria MSE dan AIC

Model		n	k	df	MSE	AIC	White noise	Normal
SETAR	(2,0,[1,4,5,6,8])	212	6	206	1,408	1,2052	Tidak	Tidak
	(2, 0, [1,4,5,6,8,10,12])	208	8	200	1,329	1,2005	Ya	Tidak

Berdasarkan Tabel 4.34 model SETAR (2;0,[1,4,5,6,8,10,12]) memiliki nilai MSE dan AIC yang lebih kecil dibandingkan SETAR (2,0,[1,4,5,6,8]). Model Model kedua ini sudah memenuhi asumsi *white noise* residual walaupun masih belum normal. Oleh karena itu model SETAR (2; 0, [1,4,5,6,8,10,12]) dipilih sebagai model terbaik.



Gambar 4.29 Plot deret waktu Z_t , ramalan *in sample* dan *out sample* model SETAR

Gambar 4.29 memperlihatkan nilai-nilai ramalan *in sample* dan *out sample* dibandingkan dengan nilai Z_t aktualnya. Pada model ini, nilai aktual data masih berada dalam batas atas dan batas bawah ramalan *out sample*. Penghitungan nilai MSE ramalan dilakukan pada tahap perbandingan model SETAR dengan 2 model yang lain yaitu model ARIMA dan Perubahan Struktur.

Pada Lampiran 8 (hal.195) menunjukkan kejadian-kejadian khusus inflasi selama kurun waktu 1989 sampai dengan 2008 dihubungkan dengan model SETAR terbaik. Berikut akan dijelaskan 3 kejadian pertama dari kejadian-kejadian khusus tersebut. Bulan Mei 1990 ($t=17$) terjadi kenaikan BBM, Z_t masuk

pada *regime lower* dan baru pindah ke *regime upper* 2 bulan setelahnya yaitu Juli 1990 ($t=19$). Bulan Juli 1991 ($t=31$) terjadi kenaikan BBM lagi, Z_t sebelum dan pada saat kejadian masuk pada *regime lower* dan baru pindah ke *regime upper* pada bulan Agustus dan September ($t=32 - 33$) dan setelah itu kembali ke *regime lower*. Selanjutnya pada bulan Juli 1997 ($t=103$) terjadi krisis moneter, Z_t masuk pada *regime lower* dan baru pindah ke *regime upper* 4 bulan setelahnya selama 11 bulan berturut-turut yaitu bulan Nov 1997 sampai dengan September 1998. Bulan Oktober 1998 Z_t kembali masuk pada *regime lower*. Ini menunjukkan efek dari krisis moneter baru dirasakan 4 bulan setelah kejadian dan bertahan selama hampir satu tahun tingkat inflasi diatas 1,7715

4.2.2. Estimasi dengan ARIMA

Pada subbab pemodelan data inflasi, model ARIMA akan dibahas terlebih dahulu sebagai rujukan bagi *lag-lag* yang harus dimasukkan ke dalam model Perubahan Struktur.

Dugaan orde ARIMA berdasarkan Gambar 4.25 adalah ARIMA ([1,3,5,6,8],0,0), ARIMA ([0,1,3,5,6,8],0,0), ARIMA ([0,1,3,5,8,12],0,0) dan ARIMA ([1,5,8],0,[1,3]). Model yang akan dipilih sebagai model terbaik adalah model dengan nilai MSE terkecil serta memenuhi kriteria residual yang *white noise* dan normal. Berdasarkan uji signifikansi pada Tabel 4.35 sampai dengan Tabel 4.38, maka model ARIMA ([1,3,5,6,8],0,0), ARIMA ([0,1,3,5,6,8],0,0), ARIMA ([0,1,3,5,8,12],0,0) dan ARIMA ([1,5,8],0,[1,3]) semua memiliki parameter yang signifikan.

Tabel 4.35 Hasil Estimasi Parameter ARIMA ([1,3,5,6,8],0,0)

Parameter	Koefisien	SE_Koefisien	thit	P-value
ϕ_1	0.46068	0.05751	8.01	<.0001
ϕ_3	0.22570	0.06082	3.71	0.0003
ϕ_5	0.15556	0.06663	2.33	0.0205
ϕ_6	0.15855	0.06687	2.37	0.0186
ϕ_8	-0.20839	0.05849	-3.56	0.0005

Uji *white noise* residual dengan Ljung-Box untuk keempat model sebagaimana diberikan dalam Tabel 4.40 menyatakan bahwa model pertama dan kedua memenuhi syarat *white noise* sedangkan dua model terakhir tidak, hal ini dijelaskan lebih rinci dalam Lampiran 6.2 (hal.174). Semua model tidak memenuhi syarat normalitas residual. Hal ini disebabkan banyaknya nilai outlier yang disebabkan adanya kejadian-kejadian khusus yang membuat data inflasi sangat fluktuatif. Outlier-outlier ini sengaja tidak akan dihilangkan karena pentingnya informasi yang ada di dalamnya.

Tabel 4.36 Hasil Estimasi Parameter ARIMA ([0,1,3,5,6,8],0,0)

Parameter	Koefisien	SE_Koefisien	thit	P-value
μ	0.91092	0.25263	3.61	0.0004
ϕ_1	0.42124	0.05832	7.22	<.0001
ϕ_3	0.19956	0.06065	3.29	0.0012
ϕ_5	0.13671	0.06601	2.07	0.0396
ϕ_6	0.13924	0.06620	2.10	0.0366
ϕ_8	-0.24438	0.05912	-4.13	<.0001

Tabel 4.37 Hasil Estimasi Parameter ARIMA ([0,1,3,5,8,12],0,0)

Parameter	Koefisien	SE_Koefisien	thit	P-value
ϕ_1	0.48508	0.05659	8.57	<.0001
ϕ_3	0.25663	0.05994	4.28	<.0001
ϕ_5	0.20318	0.06079	3.34	0.0010
ϕ_8	-0.23751	0.06162	-3.85	0.0002
ϕ_{12}	0.12948	0.05381	2.41	0.0170

Tabel 4.38 Hasil Estimasi Parameter ARIMA ([1,5,8],0,[1,3])

Parameter	Koefisien	SE_Koefisien	thit	P-value
θ_1	0.24668	0.12335	2.00	0.0468
θ_3	-0.17837	0.07707	-2.31	0.0216
ϕ_1	0.66532	0.09719	6.85	<.0001
ϕ_5	0.26886	0.06164	4.36	<.0001
ϕ_8	-0.14635	0.05084	-2.88	0.0044

Keempat model yang telah dibentuk kemudian dipilih sebuah model terbaik dengan kriteria kebaikan model MSE dan AIC. Perbandingan nilai MSE dan AIC

pada Tabel 4.39 memperlihatkan model kedua yaitu ARIMA $([0,1,3,5,6,8],0,0)$ memiliki nilai MSE terkecil sebesar 1,7646.

Tabel 4.39 Perbandingan Kebaikan Model Berdasarkan Kriteria MSE dan AIC

Model		n	k	df	MSE	AIC
ARIMA	$([1,3,5,6,8],0,0)$	212	5	207	1,820028	1,30725
	$([0,1,3,5,6,8],0,0)$	212	6	206	1,764581	1,30325
	$([0,1,3,5,8,12],0,0)$	108	6	102	1,818635	1,37086
	$([1,5,8],0,[1,3])$	212	5	207	1,883323	1,32209

Tabel 4.40 Perbandingan Kebaikan Model Berdasarkan Asumsi Residual

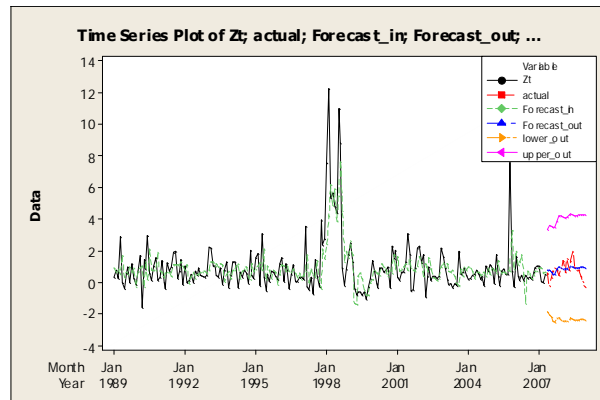
Model		Signifikansi Parameter	White Noise	Normal
ARIMA	$([1,3,5,6,8],0,0)$	Ya	Ya	Tidak
	$([0,1,3,5,6,8],0,0)$	Ya	Ya	Tidak
	$([1,3,5,8,12],0,0)$	Ya	Tidak	Tidak
	$([1,5,8],0,[1,3])$	Ya	Tidak	Tidak

Berdasarkan kriteria kebaikan model MSE dan AIC, maka model ARIMA $([0,1,3,5,6,8],0,0)$ dipilih sebagai model terbaik. Jika dituliskan persamaan matematis untuk model ini adalah :

$$Z_t = 0,91092 + 0,42124Z_{(t-1)} + 0,19956Z_{(t-3)} + 0,13671Z_{(t-5)} + 0,13924Z_{(t-6)} - 0,24438Z_{(t-8)} + a_t$$

Interpretasi dari model diatas adalah bahwa inflasi bulan sekarang dipengaruhi oleh konstanta serta pengamatan 1, 3, 5, 6 dan 8 bulan sebelumnya.

Langkah terakhir adalah peramalan model ARIMA. Peramalan 20 step ke depan untuk data *in sample* dan *out sample* diberikan dalam lampiran 6.4.2 (hal.190). MSE untuk peramalan akan dihitung pada tahap perbandingan dengan metode SETAR dan Perubahan Struktur. Gambar 4.30 memperlihatkan nilai-nilai ramalan *in sample* dan *out sample* dibandingkan dengan nilai Z_t aktualnya. Pada model ini, nilai aktual data masih berada dalam batas atas dan batas bawah ramalan *out sample*.



Gambar 4.30 Plot deret waktu Z_t , ramalan *in sample* dan *out sample* model ARIMA

4.2.3. Estimasi dengan Perubahan Struktur

Sebelum membahas estimasi hasil simulasi Perubahan Struktur dilakukan uji Perubahan Struktur terhadap data inflasi. Hasil uji Perubahan Struktur menggunakan $\sup F$ (lihat Tabel 4.41) mengatakan bahwa data inflasi mengandung indikasi adanya Perubahan Struktur karena nilai $p_value < \alpha$ (5%).

Tabel 4.41 Uji F Perubahan Struktur untuk data Inflasi

Type	F	P_value	Kesimpulan
expF	9.0554	0.009014	ada Perubahan Struktur
supF	28.0995	0.002906	
aveF	11.7327	0.01569	

Dugaan untuk model *Autoregressive* awal dari data inflasi ditentukan berdasarkan model ARIMA terbaik yang telah diperoleh sebelumnya, yaitu dengan memasukkan *lag* ke-1, 2, dan 3, 5, 6 dan 8 sebagai variabel prediktor model awal sebagaimana telah dilakukan pada subbab 4.2.3. Model tersebut adalah ARIMA ([0,1,3,5,6,8],0,0)

Secara visual, berdasarkan plot F Statistik sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.31 bagian (a) terbaca adanya dua buah titik puncak, maka selanjutnya adalah mendapatkan titik *break* melalui nilai minimum BIC. Gambar 4.31 bagian (b) nilai minimum BIC terjadi pada saat m (*break*) =2, sehingga dipilih jumlah *break* optimal = 2. Estimasi Perubahan Struktur secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 6.3 (hal.179). Hasil estimasi titik *break* untuk data simulasi model 1

diperoleh titik *break* terjadi pada $T=81$ dan 101 , akan tetapi data yang diikutkan dalam model berkurang 8 titik karena Program R tidak memperbolehkan adanya data kosong masuk dalam perhitungan. Sehingga titik *break* yang sebenarnya terjadi pada saat $T=89$ dan 110 .. Ini berarti model Perubahan Struktur memiliki 3 segmen. Sebagai pembandingan akan dicobakan model Perubahan Struktur dengan 3 titik *break* (4 segmen). Dari kedua model ini nantinya akan dipilih model terbaik, yaitu model yang memenuhi semua kriteria kebaikan model.

Setelah ditemukan jumlah *break* optimal dan letak titik *break* yang tepat, maka dilakukan regresi *stepwise* terhadap parameter yang signifikan dengan cara membuat variabel *dummy* berdasarkan 3 segmen yang ditentukan untuk mendapatkan model terbaiknya. Keterangan tentang memilih model Perubahan Struktur terbaik melalui regresi *stepwise* dijelaskan dalam Lampiran 6.3 bagian F (hal.183). Setelah melakukan regresi *stepwise*, diperoleh estimasi model Perubahan Struktur terbaik melalui regresi *dummy*.

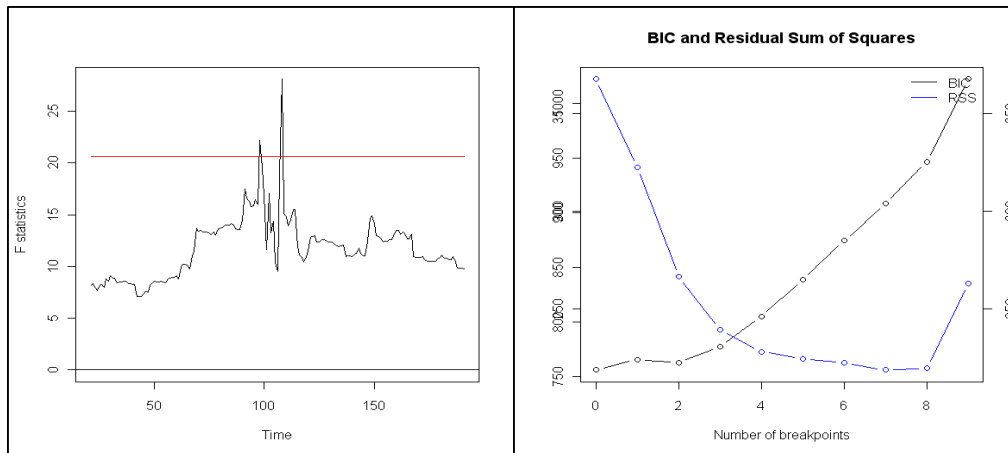
Uji signifikansi parameter untuk masing-masing model Perubahan Struktur data inflasi dengan 2 *break* dan 3 *break* adalah :

Tabel 4.42 Uji signifikansi parameter Perubahan Struktur (3;0,[1,3],[1,3,5,6,8]) data inflasi

Segmen	Parameter	Koef	SE. Koef	T	P
1	$\theta_{0,1}$	0,71730	0,13090	5,48	0,000
2	$\theta_{1,2}$	0,94140	0,12850	7,33	0,000
	$\phi_{3,2}$	1,01420	0,20550	4,93	0,000
3	$\theta_{1,3}$	0,37790	0,06030	6,27	0,000
	$\phi_{3,3}$	0,15770	0,05964	2,64	0,009
	$\phi_{5,3}$	0,22496	0,06750	3,33	0,001
	$\phi_{6,3}$	0,17565	0,06753	2,60	0,010
	$\phi_{8,3}$	-0,22800	0,05614	-4,06	0,000

Lampiran 6.3 bagian G (hal.184) dan model 2 memperlihatkan bahwa model 1, yaitu Perubahan Struktur (3;0,[1,3],[1,3,5,6,8]) sudah memenuhi syarat *white noise* residual dan normalitas data akan tetapi model kedua, yaitu Perubahan

Struktur (4;0,[1,3],[1,3,5,6,8],0) hanya memenuhi syarat *white noise* residual sedangkan hasil pengujian Kolmogorov Smirnov tidak signifikan.



Gambar 4.31 Plot F-Statistik untuk penentuan waktu *break* dan BIC minimum untuk penentuan jumlah *break*.

Kedua model yang dicobakan dibandingkan pemenuhan terhadap syarat kebaikan modelnya. Model Perubahan Struktur (3;0,[1,3],[1,3,5,6,8]) memiliki nilai MSE dan AIC sedikit lebih tinggi daripada model kedua (Tabel 4.44), akan tetapi syarat *white noise* normalnya terpenuhi (Tabel 4.45), sehingga model ini dipilih sebagai model terbaik (Lampiran 6.2.2 hal.184).

Tabel 4.43 Uji signifikansi parameter data simulasi Perubahan Struktur (4;0,[1,3],[1,3,5,6,8];0) data inflasi

Segmen	Parameter	Koef	SE. Koef	T	P
1	$\theta_{0,1}$	0,71730	0,12520	5,73	0,000
2	$\theta_{1,2}$	0,94140	0,12280	7,67	0,000
	$\phi_{3,2}$	1,01420	0,19650	5,16	0,000
3	$\theta_{1,3}$	0,39155	0,06784	5,77	0,000
	$\phi_{3,3}$	0,13490	0,06675	2,02	0,045
	$\phi_{5,3}$	0,29817	0,07837	3,80	0,000
	$\phi_{6,3}$	0,18514	0,08029	2,31	0,022
	$\phi_{8,3}$	-0,30005	0,06294	-4,77	0,000
4	$\theta_{0,4}$	0,63380	0,14190	4,47	0,000

Tabel 4.44 Perbandingan Kebaikan Model Berdasarkan Kriteria MSE dan AIC

Model		n	k	df	MSE	AIC
Perubahan Struktur	(3;0,[1,3],[1,3,5,6,8])	212	8	204	1,388	1,21786
	(4;0,[1,3],[1,3,5,6,8],0)	212	9	203	1,269	1,18837

Tabel 4.45 Perbandingan Kebaikan Model Berdasarkan Asumsi Residual

Model		Signifikansi Parameter	White Noise	Normal
Perubahan Struktur	(3;0,[1,3],[1,3,5,6,8])	Ya	Ya	Tidak
	(4;0,[1,3],[1,3,5,6,8],0)	Ya	Tidak	Tidak

Model pertama data inflasi dengan 2 *break* yaitu Perubahan Struktur (3;0,[1,3],[1,3,5,6,8]) jika dituliskan dalam persamaan matematis adalah sebagai berikut :

$$Z_t = \begin{cases} 0,717 + a_{t,1} & \text{jika } T \leq 89 \\ 0,941Z_{(t-1),2} + 1,01 Z_{(t-1),2} + a_{t,2} & \text{jika } 89 < T < 110 \\ 0,378 Z_{(t-1),3} + 0,158 Z_{(t-3),3} + \\ 0,225 Z_{(t-5),3} + 0,176 Z_{(t-6),3} \\ -0,228 Z_{(t-8),3} + a_{t,3} & \text{jika } T \geq 110 \end{cases}$$

dengan kata lain,

a. Segmen I pada saat $t=1, \dots, 89$, mengikuti persamaan

$$Z_t = 0,717 + a_{t,1}$$

b. Segmen II pada saat $t=90, \dots, 110$, mengikuti persamaan

$$Z_t = 0,941Z_{(t-1),2} + 1,01 Z_{(t-1),2} + a_{t,2}$$

c. Segmen III pada saat $t=110, \dots, 220$, mengikuti persamaan

$$Z_t = 0,378Z_{(t-1),3} + 0,158Z_{(t-3),3} + 0,225 Z_{(t-5),3} + 0,176Z_{(t-6),3} - 0,228Z_{(t-8),3} + a_{t,3}$$

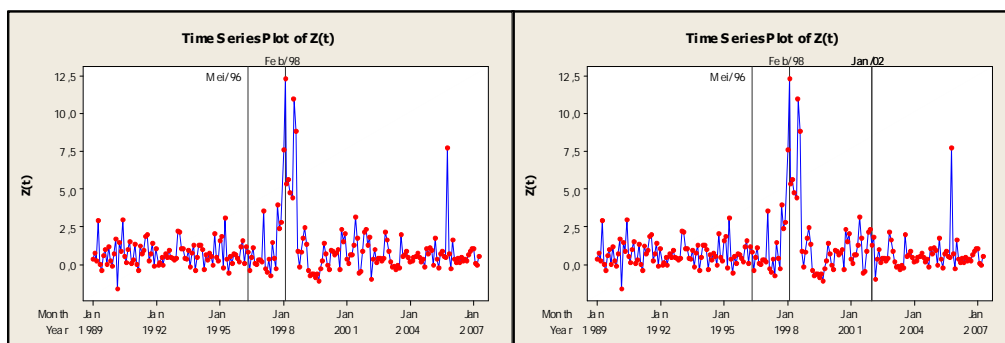
Model ini menyatakan bahwa pada segmen pertama data hanya dipengaruhi konstanta, pada segmen kedua data dipengaruhi oleh pengamatan 1 dan 2 bulan sebelumnya. Sedangkan pada segmen ketiga data dipengaruhi oleh pengamatan 1, 3, 5, 6 dan 8 bulan sebelumnya.

Titik *break* yang diperoleh pada model Perubahan Struktur tidak selalu menyatakan ada kejadian khusus pada saat tersebut, karena sifat dari Perubahan Struktur adalah mengelompokkan dan keterbatasannya adalah adanya syarat jumlah pengamatan yang harus dipenuhi dalam satu segmen. Tabel 4.46 menyatakan kejadian yang bertepatan dengan terjadinya *break*, sedangkan Tabel 4.47 menunjukkan pengelompokkan kejadian khusus berdasarkan segmen. Pada Tabel 4.6 bulan Mei 1990 dan Juli 1991 terjadi kejadian khusus berupa kenaikan BBM (Tabel 2.2) menjadi 1 segmen pada segmen pertama. Segmen kedua memuat kejadian khusus krisis moneter pada tahun 1997. sedangkan kejadian khusus lainnya berkumpul pada segmen ketiga

Tabel 4.46 Pengaruh Kejadian Khusus terhadap Model Perubahan Struktur

No	Bulan	Tahun	t	Jenis Kejadian	Ket
1	Mei	1996	89	-	-
2	Februari	1998	110	Inflasi	12,76 %
3	Januari	2002	157	Perubahan tahun dasar	

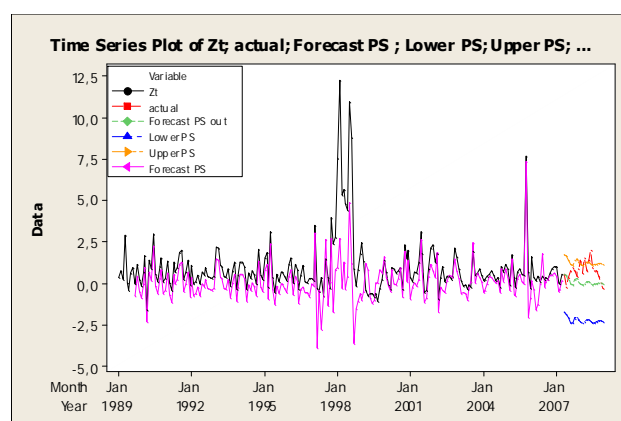
Dua kejadian khusus kenaikan BBM pada Mei 1990 dan Juli 1991 masuk dalam kelompok segmen pertama (warna : merah muda), kelompok kejadian kedua masuk dalam segmen dua (warna : jingga), selebihnya adalah kelompok ketiga (segmen tiga). Namun apabila kita membagi data ini menjadi 4 segmen maka kelompok tiga (warna : hijau) masuk dalam segmen 3 dan kelompok 4 (warna : biru) masuk dalam segmen terakhir.



Gambar 4.32 Plot deret waktu Z_t berdasarkan pembagian 3 dan 4 segmen

Tabel 4.47 Pengelompokan Kejadian Khusus Model Perubahan Struktur

No	Bulan	Tahun	t	Jenis Kejadian	Ket
1	Mei	1990	17	Kenaikan BBM	
2	Juli	1991	31	Kenaikan BBM	22 %
3	Juli	1997	103	Krisis moneter	
4	Agustus 97 – Juli 98		104-115	Periode Krismon	
5	Januari	1998	109	Nilai tukar rupiah melemah Rp. 10.375	
6	Februari	1998	110	Inflasi	12,76%
7	Mei	1998	113	Kenaikan BBM	25 – 71,43%
8	Januari	1999	121	Idul Fitri	
9	Oktober	1999	130	Pemisahan Timor-Timur	
10	Oktober	2000	142	Kenaikan BBM	12 %
11	Januari	2002	157	Perubahan tahun dasar	BPS
12	Maret	2002	159	Kenaikan BBM untuk sektor industri	
13	Januari	2003	169	Kenaikan BBM	21 %
14	Desember	2004	192	Bencana alam Tsunami	Aceh
15	Februari	2005	194	Pemerintah mencabut subsidi BBM	
16	Maret	2005	195	Kenaikan BBM	30 %
17	Oktober	2005	202	Kenaikan BBM	125 %
18	Agustus	2007	224	Idul Fitri	
19	Mei	2008	233	Kenaikan BBM	30 %



Gambar 4.33 Plot deret waktu Z_t , ramalan *in sample* dan *out sample* model Perubahan Struktur

Gambar 4.33 memperlihatkan nilai-nilai ramalan *in sample* dan *out sample* dibandingkan dengan nilai Z_t aktualnya. Pada model ini, nilai aktual data melampaui batas atas ramalan *out sample* akan tetapi masih dalam batas bawah ramalan *out sample*. Penghitungan nilai MSE dilakukan pada tahapan berikutnya.

4.2.4. Perbandingan Model ARIMA, SETAR dan Perubahan Struktur Data Inflasi Surabaya

Perbandingan model ARIMA, SETAR dan Perubahan Struktur data inflasi Surabaya didasarkan pada nilai MSE dan AIC. Semua model yang dipilih telah memenuhi syarat *white noise* residual walaupun semuanya tidak normal. Untuk ramalan *in sample*, model SETAR(2,0,[1,4,5,6,8,10,12]) memberikan estimasi paling baik dengan nilai MSE terkecil 1,329 dan AIC sebesar 1,20032. Model Perubahan Struktur memberikan hasil ramalan *in sample* dengan MSE 1,388 dan AIC sebesar 1,21786. Sedangkan model ARIMA adalah model dengan nilai ramalan *in sample* yang memiliki nilai MSE dan AIC paling besar.

Demikian pula jika dilihat dari ramalan *out sample* nya, estimasi model SETAR(2,0,[1,4,5,6,8,10,12]) memberikan estimasi paling baik dengan nilai MSE terkecil 0,8904 untuk ramalan 5 tahap ke depan, 1,5567 untuk ramalan 10 tahap ke depan, 4,8122 untuk ramalan 15 tahap ke depan dan 6,1833 untuk ramalan 20 tahap ke depan. Demikian pula nilai RMSE untuk model SETAR menunjukkan yang paling baik untuk peramalan jangka pendek, menengah ataupun panjang.

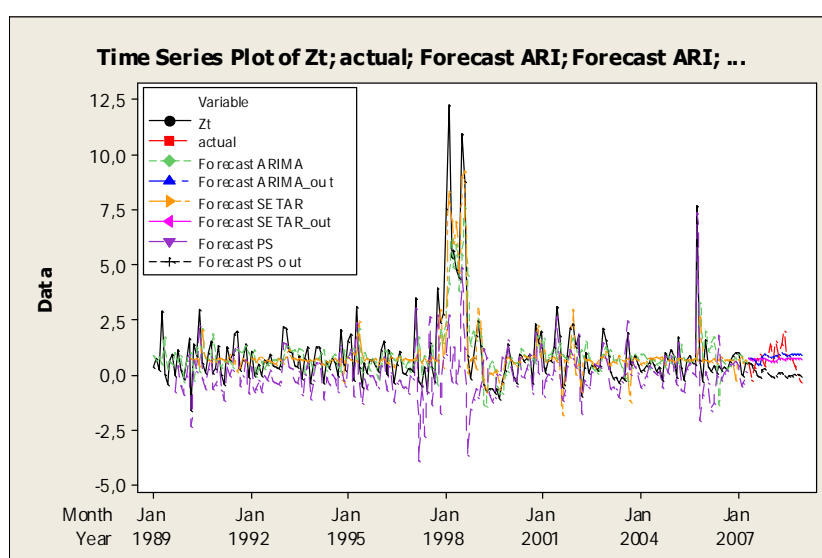
Tabel 4.48 Perbandingan Kebaikan Model (*In Sample*) Berdasarkan Kriteria MSE dan AIC

Model		MSE	AIC	Asumsi Residual	
				<i>White Noise</i>	Normal
ARIMA	([0,1,3,5,6,8],0,0)	1.764581	1,30325	Ya	Tidak
SETAR	(2,0, [1,4,5,6,8,10,12])	1,329	1,20045	Ya	Tidak
Perubahan Struktur	(3;0,[1,3],[1,3,5,6,8])	1,388	1,21786	Ya	Tidak

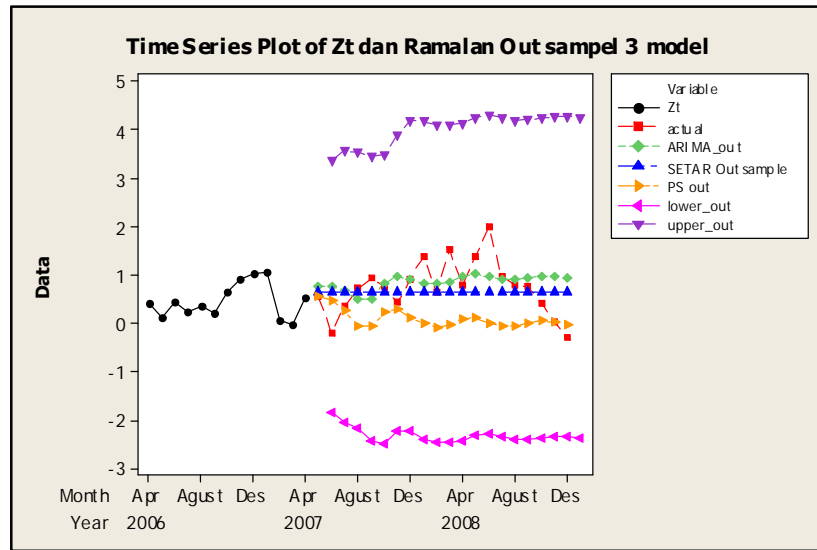
Tabel 4.49 Perbandingan Kebaikan Model (*Out Sample*) Berdasarkan Kriteria MSE dan RMSE

Model		n	k	MSE	RMSE
ARIMA	([0,1,3,5,6,8],0,0)	5	6	0,21220	0,46066
		10	6	0,32360	0,56886
		15	6	0,71670	0,84658
		20	6	1,05972	1,02943
SETAR	(2,0,[1,4,5,6,8,10,12])	5	8	0,11130	0,33362
		10	8	0,19459	0,44112
		15	8	0,60153	0,77558
		20	8	0,77291	0,87915
Perubahan Struktur	(3;0,[1,3],[1,3,5,6,8])	5	8	0,25428	0,50426
		10	8	0,68423	0,82718
		15	8	1,88545	1,37312
		20	8	2,07490	1,44045

Model ARIMA memberikan hasil MSE dan RMSE yang lebih baik dibandingkan dengan Perubahan Struktur untuk ramalan *out sample* untuk 5, 10, 15 dan 20 tahap ke depan. Visualisasi untuk plot deret waktu ramalan *in sample* dan *out sample* ditunjukkan dalam Gambar 4.34 dan Gambar 4.35



Gambar 4.34 Plot deret waktu Z_t , ramalan *in sample* dan *out sample* Model SETAR, ARIMA dan Perubahan Struktur



Gambar 4.35 Plot deret waktu Z_t , ramalan *out sample* Model SETAR, ARIMA dan Perubahan Struktur

LAMPIRAN 1 DATA-DATA SIMULASI DAN EMPIRIS

I. Data Simulasi Model SETAR

(Petunjuk: baca mulai dari kiri ke kanan dan seterusnya)

A.1. Model 1

```
[1] 1.149485063 -1.060403155 -0.399549679 0.292965493 -0.871980116
[6] -0.123410909 1.912412021 1.417158670 -0.853332559 0.123448416
[11] 0.680061769 -0.234260436 -1.270215413 0.178104466 0.429295170
[16] 0.648330368 -0.564862185 -0.457431025 -0.992835617 -0.353798251
[21] 0.618614778 0.881065334 -0.800364158 -1.126048493 -0.556501693
[26] -0.104116867 1.312209611 0.756695783 -1.976195247 -0.248483938
[31] 0.607474446 -2.047836514 -2.363855783 0.409704062 -0.275933183
[36] -0.393364532 -0.167839739 -0.083860613 -0.379592760 0.329627408
[41] 0.474140926 0.505855136 -0.191574518 -0.357488319 0.872495368
[46] -0.523197364 -1.167704862 0.060694969 1.597529158 0.290946067
[51] -2.022607818 -1.488169893 -0.909455873 -0.095165031 0.309765368
[56] 0.408775898 0.542958988 0.834886367 -1.813039421 0.091358391
[61] 0.797246508 0.056518359 -0.473096601 1.564064985 -0.101645707
[66] 0.607014734 -0.300122750 0.990118825 -0.158392028 0.662468484
[71] -0.366337296 -1.343367312 1.509563906 1.453438679 -0.473641721
[76] -0.362379371 0.085611087 -0.381502951 -0.622854338 -0.413119995
[81] 0.019285427 -0.991725365 0.831174569 -0.292525897 -1.040040919
[86] -2.011260475 -0.654854949 -1.547181227 1.024077238 0.519590871
[91] -1.099801829 -1.835175816 -0.871328609 -0.269395188 0.907099909
[96] 0.819062274 0.366758763 0.090715557 0.068957138 0.067360063
[101] -1.837686139 0.834806347 -0.181258748 -1.463577548 0.717197280
[106] -0.379930972 1.938047585 -0.793314101 -1.343480707 0.552210314
[111] 0.933454117 -0.938553153 -0.650127834 -1.008709112 0.252018470
[116] 0.552545354 0.575413314 -0.429914162 -0.285270098 -0.704126977
[121] 1.677855932 -1.926551737 -1.280272716 -1.622370085 -0.149381479
[126] -1.794865889 -1.330626683 -0.575308837 -0.442850558 -0.870236187
[131] -0.448708357 1.485774232 -0.557688289 0.212520623 0.214587883
[136] -0.824275553 0.669111440 -1.355298086 -1.077763254 -0.505902467
[141] 0.127542882 1.069478355 0.570404422 -1.844109718 -0.777710997
[146] 1.344294933 -1.212700731 -0.603730196 -0.288805118 -0.846315295
[151] 0.245946632 -0.936010143 0.992854997 -1.668419146 1.245423211
[156] -0.047340415 -0.068105782 1.150233406 0.185465917 -0.231515027
[161] 2.044150480 -0.835465072 -0.066243770 1.577478627 -1.650822017
[166] -0.123096391 -0.433272756 -0.900188839 -0.415471391 -1.340772705
[171] 0.238447584 0.020849712 0.211374222 0.161769957 -0.178585340
[176] 0.487246492 -1.035906434 -1.635370473 -0.020938468 -0.594542247
[181] -1.481084680 -0.665039472 -0.522949414 0.655632545 0.992482887
[186] 0.417963325 2.116197296 0.013669196 1.406089154 -0.015746474
[191] 0.179006290 -0.242229432 1.052681018 1.505884587 -3.149972340
[196] -1.743661208 -0.270932678 0.166904445 -1.956990102 -0.765567680
[201] -0.264735257 -0.249392821 0.555744783 0.512252322 0.302551115
[206] -0.846230186 1.744531125 0.337131164 0.290169031 0.741854546
[211] 0.476128139 0.109441830 -0.915243057 0.450522400 0.892192791
[216] 0.349429977 -0.379121354 -0.683432430 0.024727411 0.286131604
[221] -1.191177702 -0.480515225 0.130080385 1.994979672 -1.036651671
[226] -1.146767753 1.043497374 0.706903180 1.183090253 0.217967292
[231] -1.353158696 1.595923678 -1.000038216 -1.955725574 -1.489327447
[236] -1.499601879 0.554775843 0.911431132 -0.292232995 -1.029942829
[241] 1.175885538 1.000101816 -1.034627642 -0.096058893 2.436838624
[246] -0.954165086 0.004098503 1.252500875 -0.386217757 -1.764746054
[251] 0.904287531 -0.170932393 -0.501065729 -1.745465547 -0.762136582
[256] -1.542843891 -0.591742831 -0.443604807 -1.232459613 0.659733161
[261] -0.283495232 -0.263041430 1.133241221 -2.527975780 -0.296938176
[266] -1.031374844 -0.400465329 -0.718683899 -0.673741372 0.773191211
[271] -1.710791481 -1.877284799 -0.206524652 -0.430348447 -0.993597672
[276] -0.354759387 -0.924285212 -0.812329620 -0.976961277 -0.602446224
[281] -0.472227388 -1.041961827 -0.171934488 -0.128434965 -0.913951862
[286] 1.224574325 1.171784428 -1.975721925 -0.892405714 0.103634853
[291] 1.802005734 0.065174359 -0.160430504 0.643109008 0.005891810
[296] -1.732974468 0.022164278 1.111089757 -0.253194415 -0.914544746
```

b. Model 2

[1]	2.98861441	6.07761101	1.27200466	6.17603319	0.51028962	5.44435690
[7]	3.68282116	9.20057497	-0.94852994	4.81033022	8.60329443	-0.19221856
[13]	3.68473158	7.77000804	0.82072169	6.26955193	0.86790577	5.23277109
[19]	1.00473104	5.54689106	2.39661962	7.50462154	-0.03881748	4.09077027
[25]	7.23577501	0.72136863	6.77626585	2.08459916	4.50157298	8.04531843
[31]	0.85482857	3.64730296	5.43887695	2.85553463	6.56029881	0.75323614
[37]	5.40211130	1.72522453	5.68070014	2.03508515	6.79408024	1.57164927
[43]	5.90317158	1.15808109	6.67459052	0.73379694	4.42953251	8.06872593
[49]	1.77450209	6.83490607	-1.03626764	3.49685187	6.63510622	1.19660800
[55]	6.05627968	1.86793770	6.78635438	1.92596144	4.59300335	8.39107223
[61]	0.79001069	5.76969873	1.08203967	7.35521777	0.95444313	6.21017432
[67]	1.15587708	6.77368190	1.07443448	6.35464678	1.01961518	4.37830299
[73]	9.53955589	1.18257432	5.67193447	1.37655246	6.02025637	1.03202655
[79]	5.11081248	1.70724882	6.16757072	0.31351783	6.31680288	1.16674475
[85]	4.74776370	6.14941002	1.25887718	4.40460157	9.13099255	0.34821851
[91]	4.26500654	6.05376866	1.04696294	5.62018116	2.61580977	7.66067811
[97]	1.01607058	5.81038553	1.60994048	6.05401150	-0.44988502	6.11618118
[103]	1.39947445	4.43048475	8.81456139	-0.45350862	6.77992170	0.72014715
[109]	4.32660182	8.55121562	0.96838784	4.92251579	7.58494758	-0.36463931
[115]	5.33584762	2.42664233	7.19716232	0.42441244	5.09835162	1.32244308
[121]	7.68255987	-1.03273088	3.67805428	5.96854430	1.75620297	4.30367034
[127]	6.79003529	0.74985800	5.17965689	1.15482485	5.50525741	3.31723229
[133]	6.87838336	1.25279709	6.03002233	0.62208742	6.28964656	0.07164741
[139]	4.37181462	7.44051528	0.81500445	6.59674389	1.93320159	4.48693256
[145]	7.46768146	2.09699936	5.44878736	1.49080761	5.78679850	0.76824714
[151]	5.96078950	0.56130014	6.61043813	-0.33682552	6.54385364	1.39997436
[157]	5.78608096	2.69901656	7.14994588	0.53415722	7.43409932	0.31732048
[163]	5.37478804	3.37247893	5.84590893	1.86460486	5.72241907	0.79634154
[169]	5.33239019	0.58443460	5.99134016	1.49757989	6.11617707	1.55547598
[175]	5.80323124	2.05888335	5.34559753	0.46804294	5.75049844	0.96144023
[181]	4.27414213	7.34377121	0.27029970	5.97469719	2.60435434	7.27832079
[187]	2.87459382	7.37328468	1.98621911	6.59781174	1.22504319	5.54649837
[193]	2.79745083	8.50015939	-2.79830260	2.52234894	6.76557505	1.18883922
[199]	3.80638476	7.10536021	0.70171892	5.25105911	2.47992716	7.16693205
[205]	1.15606758	4.93817570	9.96130560	-0.11629286	5.32153267	2.63598566
[211]	7.28027590	0.88411473	4.64805833	8.51393032	0.91899132	6.16848261
[217]	1.02461807	5.04507482	2.20271225	6.61517718	-0.07444453	4.83217137
[223]	8.17353777	2.12988112	5.83977090	0.66036521	6.78374682	1.94970430
[229]	7.56498379	1.03390410	4.33257395	9.60141566	-1.28211051	2.57501959
[235]	5.64240198	0.56175517	6.34170951	2.27283818	6.34489925	0.25078752
[241]	6.63534090	2.37166294	5.68840067	1.80128900	8.54642969	-0.35097131
[247]	5.07976524	3.20587128	6.91305527	-0.79671389	5.95568301	1.52694406
[253]	5.46638042	0.12502592	4.83651863	6.58770826	0.91848538	5.28500927
[259]	0.72961627	6.46724081	1.03408023	5.44245528	2.94668048	4.58000488
[265]	8.20945748	-0.86796788	4.38816640	7.03435554	0.32125048	6.16806391
[271]	-0.17967246	3.52814917	7.473355029	0.14747878	4.22399413	7.47771639
[277]	-0.30448723	4.28226361	6.83609577	0.58898470	5.06189730	1.06256801
[283]	5.77819487	1.45622846	4.99831570	9.49774931	0.84050714	3.88011769
[289]	7.02838148	1.15432768	7.52569280	1.09036040	5.51333804	2.38323533
[295]	6.62876571	-0.70846635	5.11697681	3.04755296	6.90866429	0.01621501

c. Model 3

[1]	1.26929031	5.42680365	0.03444799	5.44383358	-0.68354069	4.52299650
[7]	11.02013215	-2.92723666	1.93730205	7.12302003	-0.69362173	4.34549853
[13]	7.71101140	-1.38074117	4.24005946	9.59317243	-4.00421826	1.10823119
[19]	5.14180176	0.31643085	6.00954202	0.65806195	5.05621120	-0.43652933
[25]	4.38843646	9.01242646	-1.76773914	4.55939344	7.35426758	-1.27446619
[31]	4.53500006	7.21590587	-3.24382011	3.19942270	7.72645846	-2.26439719
[37]	2.91221215	7.58748224	-2.18316859	3.47865350	8.70381730	-2.18533816
[43]	2.99337768	7.39402395	-0.67487969	4.13115952	7.70729792	-1.52556170
[49]	5.24273212	1.05174591	4.01124732	7.72873504	-2.41886644	3.00069193
[55]	8.03893762	-1.73333835	4.10558724	9.69280258	-5.28609584	0.87778397
[61]	6.61465959	-0.65750132	3.95210772	10.26289091	-3.86902803	2.15538322
[67]	6.82182657	-0.05948826	5.08510418	1.13339233	5.85245634	-1.50067683
[73]	5.56196495	1.90053939	6.67287534	-1.22587466	4.09103770	8.32611431
[79]	-3.00190633	2.07202061	7.00803997	-2.29317571	4.06483404	8.61517711
[85]	-3.70594255	-0.03459649	4.91738635	8.07492298	-0.77919907	5.12553488
[91]	-0.55690596	2.99354937	7.37341857	-1.64407332	4.50825248	10.14861948

[97]	-3.52128008	2.03159111	6.92460380	-1.14409622	2.15283528	8.32366394
[103]	-2.42211439	1.41089712	7.42607796	-1.84824195	5.38860912	-0.06164804
[109]	3.83903029	9.41038179	-2.37022640	2.20827932	6.61888950	-1.77067131
[115]	3.96102702	9.19307521	-2.53259077	2.46337814	7.06074447	-1.97321597
[121]	5.11319965	-1.02507464	3.37512563	6.79932479	-0.78206277	2.54609206
[127]	6.49931594	-1.02550518	3.80678743	7.68872767	-2.10749240	4.72364358
[133]	9.13932320	-2.84556377	2.71733668	6.68570382	-0.10073933	3.75476994
[139]	7.70811912	-2.11988070	3.37142099	9.14202011	-2.33657017	1.22409845
[145]	5.87721053	1.28811876	5.34989463	-0.05482514	4.84297131	8.59900042
[151]	-2.23925916	2.12244061	8.18385459	-3.73603177	3.38352036	8.37145487
[157]	-2.58821304	3.84127340	8.98768200	-3.26478905	4.17529484	8.53554543
[163]	-2.49759513	4.34951614	7.73698609	-1.59113727	3.17163262	7.08426234
[169]	-1.52125085	2.41474295	7.81394805	-1.94016926	3.47147680	8.34951135
[175]	-2.64461457	3.16066899	6.95486960	-2.58398118	3.14408961	7.24141994
[181]	-2.81999995	2.24128597	6.69371980	-0.21183045	5.99852524	0.31703547
[187]	7.52691822	-1.12569801	5.39706170	0.54872474	5.67758250	-0.29835179
[193]	5.85683323	1.55053898	3.69727812	7.52888080	-1.52382704	3.87673991
[199]	6.58214715	-1.10240309	3.97277227	8.40552280	-1.93440789	3.93800866
[205]	9.00043460	-3.85585600	3.52812979	9.03580731	-2.74091820	3.36207888
[211]	8.72455549	-2.59981967	1.77775179	7.32507193	-0.56521522	5.10839411
[217]	0.12815294	4.54564162	9.32083460	-3.09520131	1.10898060	5.87492063
[223]	-0.01319361	7.02212954	-1.75807435	2.58196083	8.71129245	-1.82021081
[229]	4.75697148	9.85416870	-5.15652034	2.36100298	6.60364157	-2.59899152
[235]	1.75829785	5.52966442	1.02795843	7.00302647	-1.32152748	2.86835234
[241]	9.06638549	-1.80687947	2.63921138	7.58961964	0.63499861	5.34838525
[247]	0.47680130	6.68285160	-1.02503393	2.42858873	8.61944121	-2.65714322
[253]	2.15878509	5.34776075	-0.05148160	3.63946365	8.14662762	-2.59804682
[259]	1.56237970	7.43561277	-1.77762678	3.22214304	9.11208239	-5.38887756
[265]	0.61146475	4.60802489	9.05616952	-3.74909687	1.16767661	7.02622258
[271]	-2.80243444	1.11376165	6.35904627	-1.09153270	3.15312743	7.78113460
[277]	-2.82087854	1.92616526	6.00028634	-0.70961555	4.06985249	7.76257363
[283]	-1.84566220	3.26204940	7.06042309	0.14437911	6.66909792	-2.62637472
[289]	2.33657361	7.47427282	0.10625065	5.70140167	-0.27213970	5.44631243
[295]	0.29714332	3.53622207	8.72465648	-1.73445179	3.51912590	7.32862689

II. Data Simulasi Model Perubahan Struktur

(Petunjuk: baca mulai dari kiri ke kanan dan seterusnya)

a. Model 1

[1]	4.557	4.076	6.405	4.662	6.193	4.361	5.432	3.422	4.658	5.742
[11]	5.169	3.399	6.023	3.023	5.654	4.483	5.682	4.505	4.421	6.514
[21]	14.111	16.723	15.189	14.061	15.888	14.639	15.618	12.639	15.427	14.136
[31]	15.930	14.945	16.539	13.869	14.458	16.005	14.632	14.220	14.895	15.581
[41]	14.865	15.977	14.951	15.011	15.455	14.580	15.454	12.815	14.249	14.291
[51]	14.415	15.710	14.042	15.201	14.631	15.865	14.558	14.383	15.232	15.305
[61]	15.148	15.757	13.019	15.184	12.042	16.727	15.424	13.099	15.918	13.978
[71]	16.319	14.663	15.267	14.657	14.559	14.368	16.061	14.801	16.129	13.687
[81]	15.115	13.608	12.876	15.897	14.998	14.727	14.086	16.129	12.869	14.171
[91]	15.189	13.773	15.562	13.238	14.497	16.734	15.214	14.290	17.228	14.987
[101]	15.320	16.495	14.624	15.466	15.849	14.443	14.665	13.954	17.360	14.361
[111]	14.203	15.996	15.181	12.500	15.584	15.535	15.080	15.763	14.883	15.994
[121]	14.732	14.875	12.878	15.618	16.373	16.090	14.206	16.407	13.547	15.041
[131]	15.296	14.588	14.731	17.605	12.906	17.078	13.779	15.976	14.450	15.489
[141]	16.810	14.954	15.087	16.415	13.884	15.418	15.276	15.402	14.790	14.144
[151]	15.288	14.424	14.972	14.670	15.921	14.220	16.025	15.150	14.611	14.280
[161]	16.449	15.015	14.292	17.010	14.807	15.558	14.391	14.874	14.883	14.365
[171]	15.104	14.222	17.126	13.499	15.744	16.378	15.913	14.805	15.942	15.726
[181]	15.008	14.637	14.864	15.911	15.168	12.672	15.306	13.982	15.022	14.835
[191]	13.974	15.914	14.292	15.171	16.384	14.904	13.718	15.433	14.305	15.574
[201]	13.477	16.106	14.313	15.387	16.024	14.009	15.189	14.339	15.348	15.030
[211]	17.134	13.679	16.444	14.802	14.385	15.094	15.642	14.569	15.435	15.299
[221]	17.469	14.288	15.824	13.781	16.192	13.755	14.552	15.806	15.944	13.571
[231]	13.924	14.588	14.830	15.316	15.632	16.338	13.357	13.910	14.699	14.715
[241]	17.165	13.308	15.715	15.032	14.870	14.542	15.404	13.639	13.647	15.857
[251]	13.947	13.590	15.871	15.438	14.645	14.657	14.383	15.400	15.222	13.184
[261]	15.327	14.227	15.828	13.714	14.304	15.857	16.171	12.403	15.793	14.238
[271]	13.104	16.714	15.786	14.085	15.208	14.749	16.954	14.073	16.548	12.779

[281]	14.557	14.076	16.405	14.662	16.193	14.361	15.432	13.422	14.658	15.742
[291]	15.169	13.399	16.023	13.023	15.654	14.483	15.682	14.505	14.421	16.514

b. Model 2

[1]	2.521	4.277	3.771	3.208	2.588	2.409	2.282	1.254	0.981	0.857
[11]	-0.922	1.612	1.987	3.225	1.085	1.882	2.257	1.745	3.660	2.395
[21]	2.256	2.832	4.033	1.790	3.142	2.681	3.975	4.199	4.690	3.560
[31]	5.024	4.757	2.807	3.622	3.667	4.423	2.855	1.958	1.815	0.880
[41]	0.690	0.603	1.032	1.632	1.240	0.601	1.019	1.227	2.235	3.861
[51]	3.214	2.143	2.978	2.302	1.547	2.336	3.557	2.371	2.507	2.122
[61]	1.281	1.070	0.894	1.994	1.677	1.935	1.018	-0.434	0.371	1.000
[71]	0.512	-0.930	-0.235	0.793	0.898	1.238	0.317	-0.489	-1.015	-0.506
[81]	-0.022	-0.342	0.397	0.564	-0.892	-0.797	-0.746	0.000	0.998	1.050
[91]	0.999	1.540	0.817	0.660	1.486	2.372	1.615	-0.861	1.415	2.561
[101]	2.107	1.024	1.007	1.296	-1.018	-1.042	0.952	0.869	1.474	1.098
[111]	-0.349	1.037	0.060	-0.272	1.626	2.914	2.657	2.941	2.783	1.765
[121]	0.784	1.278	2.555	3.672	2.127	2.213	3.579	2.643	3.667	3.410
[131]	1.828	2.926	2.415	2.110	3.573	1.176	1.894	3.389	4.008	3.904
[141]	3.847	3.938	3.944	2.271	2.866	2.126	2.499	0.821	1.177	4.042
[151]	5.348	4.221	3.908	3.175	2.107	2.145	0.100	-0.069	2.504	3.352
[161]	2.069	1.253	2.388	2.309	3.942	4.995	3.657	3.516	1.893	2.785
[171]	1.105	1.743	2.273	2.650	2.018	7.190	6.226	6.670	7.196	7.345
[181]	8.618	8.378	9.830	10.229	9.409	8.172	8.328	6.695	6.728	6.698
[191]	5.298	8.054	7.655	7.838	9.244	8.041	7.124	5.786	7.392	6.664
[201]	7.925	8.515	8.395	7.597	8.358	7.978	8.398	7.669	7.663	6.523
[211]	7.248	6.514	5.124	6.337	6.510	6.140	7.158	7.337	7.318	7.622
[221]	8.797	9.333	8.700	7.434	8.130	9.920	10.071	8.576	8.654	8.212
[231]	8.047	9.658	8.068	10.436	8.355	8.987	8.089	9.562	10.333	7.997
[241]	7.656	7.843	7.992	8.799	7.913	6.873	6.303	6.033	7.379	8.167
[251]	7.660	8.263	9.020	9.771	8.599	7.591	7.074	8.275	7.193	7.569
[261]	9.260	8.300	7.476	7.260	7.134	8.506	8.797	7.517	7.595	6.247
[271]	7.015	6.850	7.268	7.644	7.946	8.363	7.348	7.537	8.887	7.812
[281]	8.279	9.269	9.502	8.743	7.891	7.394	8.846	7.041	7.116	7.373
[291]	8.263	9.178	7.249	7.388	8.261	8.243	9.593	7.886	7.790	7.855

c. Model 3

[1]	14.559	15.051	14.739	16.694	13.116	15.447	15.208	14.789	12.778	15.196
[11]	14.560	14.643	14.539	15.396	14.229	14.708	15.969	14.238	15.296	14.821
[21]	14.111	16.723	15.189	14.061	15.888	14.639	15.618	12.639	15.427	14.136
[31]	15.930	14.945	16.539	13.869	14.458	16.005	14.632	14.220	14.895	15.581
[41]	14.865	15.977	14.951	15.011	15.455	14.580	15.454	12.815	14.249	14.291
[51]	14.415	15.710	14.042	15.201	14.631	15.865	14.558	14.383	15.232	15.305
[61]	15.148	15.757	13.019	15.184	12.042	16.727	15.424	13.099	15.918	13.978
[71]	16.319	14.663	15.267	14.657	14.559	14.368	16.061	14.801	16.129	13.687
[81]	15.115	13.608	12.876	15.897	14.998	14.727	14.086	16.129	12.869	14.171
[91]	15.189	13.773	15.562	13.238	14.497	16.734	15.214	14.290	17.228	14.987
[101]	15.320	16.495	14.624	15.466	15.849	14.443	14.665	13.954	17.360	14.361
[111]	14.203	15.996	15.181	12.500	15.584	15.535	15.080	15.763	14.883	15.994
[121]	14.732	14.875	12.878	15.618	16.373	16.090	14.206	16.407	13.547	15.041
[131]	15.296	14.588	14.731	17.605	12.906	17.078	13.779	15.976	14.450	15.489
[141]	16.810	14.954	15.087	16.415	13.884	15.418	15.276	15.402	14.790	14.144
[151]	15.288	14.424	14.972	14.670	15.921	14.220	16.025	15.150	14.611	14.280
[161]	16.449	15.015	14.292	17.010	14.807	15.558	14.391	14.874	14.883	14.365
[171]	15.104	14.222	17.126	13.499	15.744	6.378	5.913	4.805	5.942	5.726
[181]	5.008	4.637	4.864	5.911	5.168	2.672	5.306	3.982	5.022	4.835
[191]	3.974	5.914	4.292	5.171	6.384	4.904	3.718	5.433	4.305	5.574
[201]	3.477	6.106	4.313	5.387	6.024	4.009	5.189	4.339	5.348	5.030
[211]	7.134	3.679	6.444	4.802	4.385	5.094	5.642	4.569	5.435	5.299
[221]	7.469	4.288	5.824	3.781	6.192	3.755	4.552	5.806	5.944	3.571
[231]	3.924	4.588	4.830	5.316	5.632	6.338	3.357	3.910	4.699	4.715
[241]	7.165	3.308	5.715	5.032	4.870	4.542	5.404	3.639	3.647	5.857
[251]	3.947	3.590	5.871	5.438	4.645	4.657	4.383	5.400	5.222	3.184
[261]	5.327	4.227	5.828	3.714	4.304	5.857	6.171	2.403	5.793	4.238
[271]	3.104	6.714	5.786	4.085	5.208	4.749	6.954	4.073	6.548	2.779
[281]	4.557	4.076	6.405	4.662	6.193	4.361	5.432	3.422	4.658	5.742
[291]	5.169	3.399	6.023	3.023	5.654	4.483	5.682	4.505	4.421	6.514

III. Data inflasi Surabaya, Periode Januari 1989 – Desember 2008

(Petunjuk: baca mulai dari kiri ke kanan dan seterusnya)

```
> yt=inflasi_lengkap[,1]
```

```
> yt
```

```
[1] 0.35 0.75 0.24 2.89 0.02 -0.39 0.61 0.97 0.00 1.17 0.25 -0.13
[13] 0.72 1.69 -1.59 1.44 0.86 2.96 0.56 0.11 1.02 1.54 0.09 0.29
[25] 1.37 0.02 -0.41 1.25 0.70 0.96 1.87 1.97 0.23 0.69 1.43 -0.11
[37] 1.06 -0.02 0.11 0.50 -0.04 0.70 0.47 0.93 0.46 0.39 0.30 0.42
[49] 2.21 2.14 1.06 1.05 0.42 0.35 0.92 -0.15 0.77 1.31 -0.37 0.48
[61] 1.28 1.31 1.02 -0.35 0.65 0.30 0.77 0.55 -0.05 2.05 0.48 0.24
[73] 1.55 1.86 -0.20 3.11 0.35 -0.57 0.54 0.08 0.71 0.67 0.40 0.19
[85] 1.16 1.55 0.05 1.17 0.81 -0.38 0.50 1.09 0.08 0.03 0.30 0.32
[97] 0.16 3.53 -0.26 -0.50 0.34 -0.72 1.45 0.39 -0.27 3.96 2.39 2.77
[109] 7.59 12.28 5.32 5.64 4.79 4.40 10.97 8.83 0.88 -0.18 0.85 1.78
[121] 2.47 1.32 -0.39 -0.77 -0.60 -0.61 -0.83 -0.60 -1.07 -0.26 0.26 1.39
[133] 0.72 -0.06 -0.35 0.93 0.90 0.66 0.75 0.98 -0.33 2.31 1.50 2.02
[145] 0.35 0.09 0.67 0.64 1.28 3.12 1.78 -0.57 -0.44 0.91 2.15 2.32
[157] 1.26 1.80 -0.96 0.36 1.00 0.13 0.41 0.41 0.26 0.40 2.14 1.62
[169] 0.90 0.16 -0.17 -0.09 -0.33 -0.07 -0.21 1.96 0.52 0.65 0.91 0.48
[181] 0.19 0.26 0.46 0.54 0.76 0.49 0.19 0.38 -0.19 1.05 0.70 1.13
[193] 0.92 -0.07 1.77 0.38 -0.20 0.70 0.87 0.54 0.50 7.71 0.69 -0.28
[205] 1.61 0.38 0.15 0.42 0.12 0.45 0.24 0.35 0.22 0.66 0.90 1.03
[217] 1.05 0.06 -0.02 0.54 0.55 -0.19 0.35 0.73 0.93 0.76 0.43 0.92
[229] 1.38 0.65 1.52 0.79 1.39 2.00 0.98 0.79 0.77 0.40 0.04 -0.30
```

```
> yt=inflasi_in[,1]
```

```
> yt
```

```
[1] 0.35 0.75 0.24 2.89 0.02 -0.39 0.61 0.97 0.00 1.17 0.25 -0.13
[13] 0.72 1.69 -1.59 1.44 0.86 2.96 0.56 0.11 1.02 1.54 0.09 0.29
[25] 1.37 0.02 -0.41 1.25 0.70 0.96 1.87 1.97 0.23 0.69 1.43 -0.11
[37] 1.06 -0.02 0.11 0.50 -0.04 0.70 0.47 0.93 0.46 0.39 0.30 0.42
[49] 2.21 2.14 1.06 1.05 0.42 0.35 0.92 -0.15 0.77 1.31 -0.37 0.48
[61] 1.28 1.31 1.02 -0.35 0.65 0.30 0.77 0.55 -0.05 2.05 0.48 0.24
[73] 1.55 1.86 -0.20 3.11 0.35 -0.57 0.54 0.08 0.71 0.67 0.40 0.19
[85] 1.16 1.55 0.05 1.17 0.81 -0.38 0.50 1.09 0.08 0.03 0.30 0.32
[97] 0.16 3.53 -0.26 -0.50 0.34 -0.72 1.45 0.39 -0.27 3.96 2.39 2.77
[109] 7.59 12.28 5.32 5.64 4.79 4.40 10.97 8.83 0.88 -0.18 0.85 1.78
[121] 2.47 1.32 -0.39 -0.77 -0.60 -0.61 -0.83 -0.60 -1.07 -0.26 0.26 1.39
[133] 0.72 -0.06 -0.35 0.93 0.90 0.66 0.75 0.98 -0.33 2.31 1.50 2.02
[145] 0.35 0.09 0.67 0.64 1.28 3.12 1.78 -0.57 -0.44 0.91 2.15 2.32
[157] 1.26 1.80 -0.96 0.36 1.00 0.13 0.41 0.41 0.26 0.40 2.14 1.62
[169] 0.90 0.16 -0.17 -0.09 -0.33 -0.07 -0.21 1.96 0.52 0.65 0.91 0.48
[181] 0.19 0.26 0.46 0.54 0.76 0.49 0.19 0.38 -0.19 1.05 0.70 1.13
[193] 0.92 -0.07 1.77 0.38 -0.20 0.70 0.87 0.54 0.50 7.71 0.69 -0.28
[205] 1.61 0.38 0.15 0.42 0.12 0.45 0.24 0.35 0.22 0.66 0.90 1.03
[217] 1.05 0.06 -0.02 0.54
```

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN 2 LISTING PROGRAM R

LAMPIRAN 2.1 Listing *Library* Program R untuk Memulai Model SETAR dan Perubahan Struktur

```
# # -----  
# #   Library Program R untuk Memulai Model SETAR dan Perubahan  
# #   Struktur  
# # -----
```

```
R version 2.7.2 (2008-08-25)  
Copyright (C) 2008 The R Foundation for Statistical Computing  
ISBN 3-900051-07-0
```

```
R is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.  
You are welcome to redistribute it under certain conditions.  
Type 'license()' or 'licence()' for distribution details.
```

```
R is a collaborative project with many contributors.  
Type 'contributors()' for more information and  
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.
```

```
Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or  
'help.start()' for an HTML browser interface to help.  
Type 'q()' to quit R.
```

```
[Previously saved workspace restored]
```

```
library(Rcmdr)  
library(tseries)  
library(quadprog)  
library(zoo)  
library(strucchange)  
library(sandwich)  
library(foreign)  
library(relimp)  
library(MASS)  
library(lmtest)  
library(mgcv)  
vignette("tsDyn")  
library(tsDyn)  
library(leaps)  
library(locfit)  
library(akima)  
library(lattice)  
library(TSA)
```

LAMPIRAN 2.2 Listing Program R untuk Simulasi

A. Listing Program R untuk Simulasi Model SETAR

```
# # -----
# #   Simulasi SETAR (2,1,1) dan Penaksiran Model SETAR
# #   n       =      banyaknya pengamatan yang dibangkitkan
# #   Phi1    =      vektor koefisien untuk model pada regime rendah
# #   Phi2    =      vektor koefisien untuk model pada regime tinggi
# #   thd     =      threshold
# #   d       =      delay
# #   p       =      order autoregressive maksimum
# #   sigma1  =      standar deviasi pada regime rendah
# #   sigma2  =      standar deviasi pada regime tinggi
# # -----
```

Simulasi Proses SETAR Orde Pertama

Simulasi Model 1

```
> set.seed(1234579)
> y=tar.sim(n=300,Phi1=c(0,0.3),Phi2=c(0,-0.3),p=1,d=1,sigma1=1,
+ thd=0,sigma2=1)$y
> plot(y=y,x=1:300,type='o',xlab='t',ylab=expression(Y[t]))
> y
```

Simulasi Model 2

```
> set.seed(1234579)
> y=tar.sim(n=300,Phi1=c(5,0.6),Phi2=c(5,-0.6),p=1,d=1,sigma1=1,
+ thd=5,sigma2=1)$y
> plot(y=y,x=1:300,type='o',xlab='t',ylab=expression(Y[t]))
> y
```

Simulasi Model 3

```
> set.seed(1234579)
> y=tar.sim(n=300,Phi1=c(5,0.9),Phi2=c(5,-0.9),p=1,d=1,sigma1=1,
+ thd=5,sigma2=1)$y
> plot(y=y,x=1:300,type='o',xlab='t',ylab=expression(Y[t]))
> y
```

B. Listing Program R untuk Simulasi Model Perubahan Struktur

Model Perubahan Struktur diperoleh dengan membangkitkan 3 buah model Autoregressive yang diberi perubahan struktur pada T tertentu.

μ

Simulasi Model 1

```
> par(mfrow=c(2,1))
> y1 = arima.sim(list(order=c(1,0,0), ar=0.7), n=300)

# Setelah ditambahkan konstanta
> yt=sc123[,1]
> yt
```

Simulasi Model 2

```
> par(mfrow=c(2,1))
> y1 = arima.sim(list(order=c(1,0,0), ar=0.7), n=300)

# Setelah ditambahkan konstanta
> yt=sc123[,2]
> yt
```

Simulasi Model 3

```
> par(mfrow=c(2,1))
> y1 = arima.sim(list(order=c(1,0,0), ar=0.7), n=300)

# Setelah ditambahkan konstanta
> yt=sc123[,3]
> yt
```

LAMPIRAN 2.3 Listing Program R untuk Estimasi Model

A. Listing Program R untuk Estimasi Model SETAR

```
# # -----
# #   Simulasi SETAR (2,1,1) dan Penaksiran Model SETAR
# #   rnorm = banyaknya pengamatan yang diuji
# #   p1 = order autoregressive maksimum untuk model pada regime rendah
# #   p2 = order autoregressive maksimum untuk model pada regime tinggi
# #   thd   = threshold
# #   d     = delay
# # -----

# Uji Threshold
pvaluem=NULL
for (d in 1:5) { res=tlrt(y,p=5,d=d,a=0.1,b=0.9)
  pvaluem= cbind( pvaluem,
    c(d,res$test.statistic,res$p.value)) }
rownames(pvaluem)=c('d','test statistic','p-value')
round(pvaluem,3)

# Estimasi Model SETAR
#(untuk memilih d berdasarkan nilai AIC minimum, memilih p1 dan
p2)
AICM=NULL
for(d in 1:4)
{y.tar=tar(y=y,p1=4,p2=4,d=d,a=.1,b=.9)
AICM=rbind(AICM, c(d,y.tar$AIC,signif(y.tar$thd,4),
  y.tar$p1,y.tar$p2))}
colnames(AICM)=c('d','nominal AIC','r','p1','p2')
rownames(AICM)=NULL
AICM

# 10 Model dengan AIC minimum
selectSETAR(x1, m = 10, mL = 1:10, mH = 1:10, thSteps = 10,
  thDelay = 1:10)
```

B. Listing Program R untuk Estimasi Perubahan Struktur

```
# # -----  
# #      Estimasi Perubahan Struktur  
# # -----  
  
# Inisialisasi  
yt=sc0.5[,1]  
yt1=sc0.5[,2]  
yt2=sc0.5[,3]  
yt3=sc0.5[,4]  
  
# Uji F  
fs <- Fstats(yt ~ yt1 + yt2 + yt3 , data = sc0.5, from = 0.1)  
sctest(fs, type = "expF")  
sctest(fs, type = "supF")  
sctest(fs, type = "aveF")  
plot(fs)  
fs <- efp(yt ~ yt1 + yt2 + yt3 , data = sc0.5,  
type = "OLS-CUSUM")  
  
# BREAKPOINT  
bp.sim2 <- breakpoints(yt ~ yt1 + yt2 + yt3 , data = sc0.5, h =  
0.1)  
plot(bp.sim2)  
summary(bp.sim2)  
breakpoints(bp.sim2)  
  
# Nilai Break Ditentukan  
bp.sim3 <- breakpoints(bp.sim2, breaks = 1)  
summary(bp.sim3)  
coef(bp.sim2, breaks = 1)  
  
# MODEL PERUBAHAN STRUKTUR  
fm0 <- lm(yt ~ yt1 + yt2 + yt3 , data = sc0.5)  
summary(fm0)  
fm1 <- lm(yt ~ breakfactor(bp.sim3)/(yt1 + yt2 + yt3 ), data =  
sc0.5)  
summary(fm1)  
  
# Masukkan Nilai Break yang Lain  
bp.sim3 <- breakpoints(bp.sim2, breaks = 0)  
summary(bp.sim3)  
coef(bp.sim2, breaks = 0)  
  
# MODEL PERUBAHAN STRUKTUR  
fm0 <- lm(yt ~ yt1 + yt2 + yt3 , data = sc0.5)  
summary(fm0)  
fm1 <- lm(yt ~ breakfactor(bp.sim3)/(yt1 + yt2 + yt3 ), data =  
sc0.5)  
summary(fm1)
```

LAMPIRAN 2.4 Uji Nonlinieritas Data

A. Listing Program R untuk Uji Nonlinieritas Data Simulasi SETAR

```
# # -----  
# #   Simulasi SETAR (2,1,1) dan Penaksiran Model SETAR  
# #   Uji Nonlinieritas Data Simulasi SETAR dengan Terasvirta  
# # -----  
  
> x1 <- as.ts(x1)  
> plot(x1)  
> terasvirta.test(x1)  
  
> x2 <- as.ts(x2)  
> plot(x2)  
> terasvirta.test(x2)  
  
> x3 <- as.ts(x3)  
> plot(x3)  
> terasvirta.test(x3)
```

B. Listing Program R untuk Uji Nonlinieritas Simulasi Perubahan Struktur

```
# # -----  
# #   Simulasi SETAR (2,1,1) dan Penaksiran Model SETAR  
# #   Uji Nonlinieritas Data Simulasi Perubahan Struktur SETAR dengan  
# #   Terasvirta  
# # -----  
  
> x1 <- as.ts(x1)  
> plot(x1)  
> terasvirta.test(x1)  
  
> x2 <- as.ts(x2)  
> plot(x2)  
> terasvirta.test(x2)  
  
> x3 <- as.ts(x3)  
> plot(x3)  
> terasvirta.test(x3)
```

C. Listing Program R untuk Uji Nonlinieritas Data Kasus Inflasi Surabaya

```
# # -----  
# #   Simulasi SETAR (2,1,1) dan Penaksiran Model SETAR  
# #   Uji Nonlinieritas Data Inflasi Surabaya  
# # -----  
  
# Uji Ramsey RESET INFLASI  
  
> x1=inflasi_in[,1]  
> x1 <- as.ts(x1)  
> plot(x1)  
> terasvirta.test(x1)
```


LAMPIRAN 3 OUTPUT UJI NONLINIERITAS

LAMPIRAN 3.1 Uji Nonlinieritas Data Simulasi SETAR

A. Data Simulasi Model 1

```
Teraesvirta Neural Network Test  
data:  x1  
X-squared = 8.3622, df = 2, p-value = 0.01528
```

B. Data Simulasi Model 2

```
Teraesvirta Neural Network Test  
data:  x2  
X-squared = 123.9792, df = 2, p-value < 2.2e-16
```

C. Data Simulasi Model 3

```
Teraesvirta Neural Network Test  
data:  x3  
X-squared = 274.4094, df = 2, p-value < 2.2e-16
```

LAMPIRAN 3.2 Uji Nonlinieritas Data Simulasi Perubahan Struktur

A. Data Simulasi Model 1

```
Teraesvirta Neural Network Test  
data:  x1  
X-squared = 218.0485, df = 2, p-value < 2.2e-16
```

B. Data Simulasi Model 2

```
Teraesvirta Neural Network Test  
data:  x2  
X-squared = 25.1718, df = 2, p-value = 3.42e-06
```

C. Data Simulasi Model 3

```
Teraesvirta Neural Network Test  
data:  x3  
X-squared = 219.3779, df = 2, p-value < 2.2e-16
```

LAMPIRAN 3.3 Uji Nonlinieritas Data Inflasi

```
Teraesvirta Neural Network Test  
data:  x1  
X-squared = 11.0498, df = 2, p-value = 0.003986
```

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN 4 ESTIMASI SIMULASI MODEL SETAR

LAMPIRAN 4.1 ESTIMASI SIMULASI SETAR MODEL I

A. Uji *Threshold*

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]
d	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000
test statistic	21.834	18.469	11.424	14.199	16.203
p-value	0.041	0.120	0.513	0.342	0.221

B. Estimasi Nilai *Delay*, *Threshold*, p_1 dan p_2 berdasarkan nilai AIC Minimum

	d nominal	AIC	r	p1	p2
[1,]	1	809.7	-0.2759	0	3
[2,]	2	809.1	0.4741	3	0
[3,]	3	818.2	-0.3815	0	4
[4,]	4	817.5	-0.6650	1	3

C. Pemilihan Model dengan Regresi *Stepwise*

i. memilih model *stepwise* dengan intercept

Stepwise Regression: Zt versus D1_Lower; D2_Upper; ...						
Alpha-to-Enter: 0,15 Alpha-to-Remove: 0,15						
Response is Zt on 8 predictors, with N = 297						
N(cases with missing observations) = 3 N(all cases) = 300						
Step	1	2	3	4	5	6
Constant	-0,19716	-0,11329	0,01003	0,03782	-0,18539	-0,30961
Z(t-2)_d2	-0,250	-0,239	-0,239	-0,249	-0,242	-0,242
T-Value	-3,00	-2,86	-2,89	-3,02	-2,94	-2,94
P-Value	0,003	0,005	0,004	0,003	0,004	0,004
Z(t-1)_d1		0,178	0,272	0,293	0,124	
T-Value		2,03	2,85	3,07	0,88	
P-Value		0,043	0,005	0,002	0,381	
Z(t-1)_d2			-0,28	-0,27	-0,33	-0,33
T-Value			-2,43	-2,32	-2,74	-2,74
P-Value			0,016	0,021	0,007	0,007
Z(t-3)_d2				0,155	0,167	0,167
T-Value				1,99	2,15	2,15
P-Value				0,048	0,033	0,033
D2_Upper					0,31	0,43
T-Value					1,62	3,37
P-Value					0,107	0,001
S	0,959	0,954	0,947	0,942	0,939	0,939
R-Sq	2,95	4,30	6,19	7,44	8,26	8,02
R-Sq(adj)	2,63	3,64	5,23	6,17	6,69	6,76

ii. Regresi hasil regresi *stepwise* model 1

Regression Analysis: Zt versus D2_Upper; Z(t-1)_d2; Z(t-2)_d2; Z(t-3)_d2

The regression equation is

$$Z_t = -0,310 + 0,434 \text{ D2_Upper} - 0,332 \text{ Z(t-1)_d2} - 0,242 \text{ Z(t-2)_d2} + 0,167 \text{ Z(t-3)_d2}$$

297 cases used, 3 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-0,30961	0,07992	-3,87	0,000
D2_Upper	0,4339	0,1289	3,37	0,001
Z(t-1)_d2	-0,3316	0,1211	-2,74	0,007
Z(t-2)_d2	-0,24204	0,08226	-2,94	0,004
Z(t-3)_d2	0,16734	0,07796	2,15	0,033

S = 0,938843 R-Sq = 8,0% R-Sq(adj) = 6,8%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	22,4440	5,6110	6,37	0,000
Residual Error	292	257,3763	0,8814		
Total	296	279,8203			

Source	DF	Seq SS
D2_Upper	1	4,2473
Z(t-1)_d2	1	7,1081
Z(t-2)_d2	1	7,0279
Z(t-3)_d2	1	4,0608

iii. memilih model *stepwise* tanpa intercept

Stepwise Regression: Zt versus D1_Lower; D2_Upper; ...

Alpha-to-Enter: 0,15 Alpha-to-Remove: 0,15

Response is Zt on 8 predictors, with N = 297

N(cases with missing observations) = 3 N(all cases) = 300

Step	1	2	3	4
No constant				
D1_Lower	-0,310	-0,310	-0,310	-0,310
T-Value	-3,76	-3,80	-3,85	-3,87
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000
Z(t-1)_d2		-0,252	-0,271	-0,237
T-Value		-2,71	-2,94	-2,54
P-Value		0,007	0,004	0,012
Z(t-2)_d2			-0,239	-0,252
T-Value			-2,92	-3,07
P-Value			0,004	0,002
Z(t-3)_d2				0,149
T-Value				1,95
P-Value				0,053
S	0,966	0,956	0,944	0,940
Mallows C-p	17,8	12,2	5,6	3,8

iv. Regresi hasil regresi *stepwise* model tanpa intercept

Regression Analysis: Zt versus D1_Lower; Z(t-1)_d2; Z(t-2)_d2; Z(t-3)_d2

The regression equation is

$$Z_t = -0,310 \text{ D1_Lower} - 0,237 \text{ Z(t-1)_d2} - 0,252 \text{ Z(t-2)_d2} + 0,149 \text{ Z(t-3)_d2}$$

297 cases used, 3 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
D1_Lower	-0,30961	0,07999	-3,87	0,000
Z(t-1)_d2	-0,23661	0,09327	-2,54	0,012
Z(t-2)_d2	-0,25192	0,08193	-3,07	0,002
Z(t-3)_d2	0,14912	0,07661	1,95	0,053

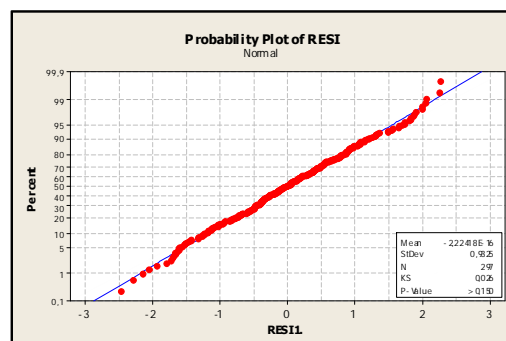
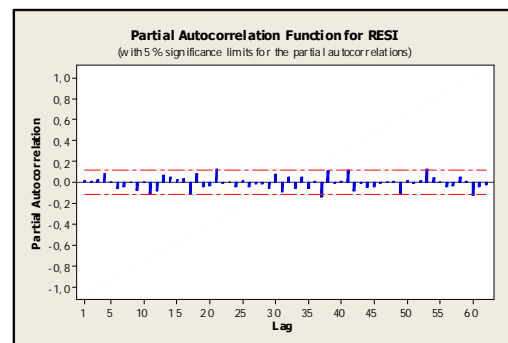
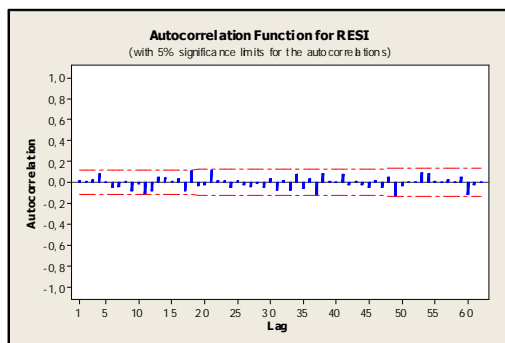
S = 0,939659

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	30,8701	7,7175	8,74	0,000
Residual Error	293	258,7073	0,8830		
Total	297	289,5774			

Source	DF	Seq SS
D1_Lower	1	13,2287
Z(t-1)_d2	1	6,7055
Z(t-2)_d2	1	7,5903
Z(t-3)_d2	1	3,3455

D. Uji White Noise dan Normalitas Residual Model SETAR (2,0,3)



LAMPIRAN 4.2 ESTIMASI SIMULASI SETAR MODEL 2

A. Uji *Threshold*

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]
d	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000
test statistic	933.958	158.507	91.991	38.891	32.226
p-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001

B. Estimasi Nilai *Delay*, *Threshold*, p_1 dan p_2 berdasarkan nilai AIC Minimum

	d	nominal	AIC	r	p1	p2
[1,]	1		820.6	4.998	1	1
[2,]	2		1059.0	4.998	2	4
[3,]	3		1158.0	5.439	3	2
[4,]	4		1203.0	5.098	4	1

C. Pemilihan Model dengan Regresi *Stepwise*

i. memilih model dengan *intercept*

Stepwise Regression: Z(t) versus D1_Lower; D2_Upper; ...

Alpha-to-Enter: 0,05 Alpha-to-Remove: 0,05		
Response is Z(t) on 10 predictors, with N = 296		
N(cases with missing observations) = 4 N(all cases) = 300		
Step	1	2
Constant	6,075	4,982
Z(t-1)L*D2	-0,748	-0,587
T-Value	-35,04	-29,10
P-Value	0,000	0,000
Z(t-1)L*D1		0,636
T-Value		13,96
P-Value		0,000
S	1,24	0,960
R-Sq	80,68	88,40
R-Sq(adj)	80,62	88,32

ii. Regresi hasil regresi *stepwise* model dengan *intercept*

Regression Analysis: Z(t) versus Z(t-1)L*D1; Z(t-1)L*D2	
The regression equation is	
Z(t) = 4,98 + 0,634 Z(t-1)L*D1 - 0,588 Z(t-1)L*D2	
299 cases used, 1 cases contain missing values	
Predictor	Coef SE Coef T P
Constant	4,9839 0,1071 46,54 0,000


```

Z(t-1)L*D1    0,63375    0,04534    13,98    0,000
Z(t-1)L*D2   -0,58775    0,02007   -29,29    0,000

```

S = 0,956811 R-Sq = 88,4% R-Sq(adj) = 88,4%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	2074,4	1037,2	1132,93	0,000
Residual Error	296	271,0	0,9		
Total	298	2345,4			

Source	DF	Seq SS
Z(t-1)L*D1	1	1288,9
Z(t-1)L*D2	1	785,4

iii. memilih model *stepwise* tanpa intercept

Stepwise Regression: Z(t) versus D1_Lower; D2_Upper; ...

Alpha-to-Enter: 0,05 Alpha-to-Remove: 0,05

Response is Z(t) on 10 predictors, with N = 296
N(cases with missing observations) = 4 N(all cases) = 300

Step	1	2	3	4
No constant				
D1_Lower	6,11	5,01	5,01	5,01
T-Value	53,65	34,82	42,51	45,49
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000
Z(t-1)L*D1		0,627	0,627	0,627
T-Value		10,41	12,71	13,60
P-Value		0,000	0,000	0,000
D2_Upper			1,080	4,370
T-Value			12,04	8,64
P-Value			0,000	0,000
Z(t-1)L*D2				-0,497
T-Value				-6,60
P-Value				0,000
S	1,46	1,25	1,03	0,959
Mallows C-p	384,5	203,7	41,6	0,6

iv. Regresi hasil regresi *stepwise* model tanpa intercept

Regression Analysis: Z(t) versus D1_Lower; D2_Upper; ...

The regression equation is

$$Z(t) = 5,01 \text{ D1_Lower} + 4,37 \text{ D2_Upper} + 0,625 \text{ Z(t-1)L*D1} - 0,497 \text{ Z(t-1)L*D2}$$

299 cases used, 1 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
D1_Lower	5,0131	0,1095	45,78	0,000
D2_Upper	4,3677	0,5031	8,68	0,000
Z(t-1)L*D1	0,62474	0,04587	13,62	0,000
Z(t-1)L*D2	-0,49708	0,07506	-6,62	0,000

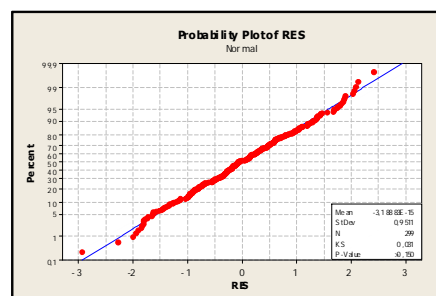
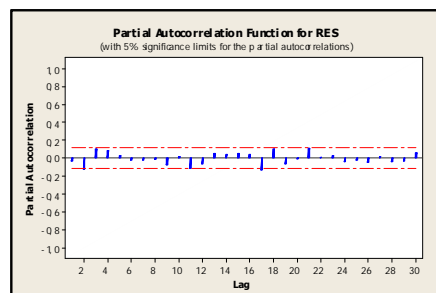
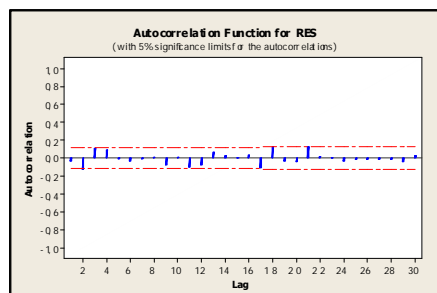
S = 0,955889

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	6604,2	1651,0	1806,94	0,000
Residual Error	295	269,5	0,9		
Total	299	6873,7			

Source	DF	Seq SS
D1_Lower	1	6240,1
D2_Upper	1	154,4
Z(t-1)L*D1	1	169,5
Z(t-1)L*D2	1	40,1

D. Uji White Noise dan Normalitas Residual Model SETAR (2, 1, 1)



LAMPIRAN 4.3 ESTIMASI SIMULASI SETAR MODEL 3

I. ESTIMASI MODEL SETAR

A. Uji *Threshold*

d	1.000	2.0	3.000	4.000	5.000
test statistic	1470.374	92.3	50.077	34.098	28.156
p-value	0.000	0.0	0.000	0.000	0.004

B. Estimasi Nilai *Delay*, *Threshold*, p_1 dan p_2 berdasarkan nilai AIC Minimum

	d nominal	AIC	r	p1	p2
[1,]	1	818.3	4.917	4	1
[2,]	2	1197.0	4.917	4	1
[3,]	3	1261.0	8.075	2	1
[4,]	4	1297.0	4.559	3	2

C. Pemilihan Model dengan Regresi *Stepwise*

i. memilih model dengan *intercept*

Stepwise Regression: Zt versus D1_Lower; D2_Upper; ...		
Alpha-to-Enter: 0,05 Alpha-to-Remove: 0,05		
Response is Zt on 7 predictors, with N = 296		
N(cases with missing observations) = 4 N(all cases) = 300		
Step	1	2
Constant	5,476	5,073
Z(t-1)L*D2	-0,944	-0,891
T-Value	-27,99	-52,83
P-Value	0,000	0,000
Z(t-1)L*D1		0,859
T-Value		29,93
P-Value		0,000
S	2,11	1,05
R-Sq	72,71	93,27
R-Sq(adj)	72,62	93,23

ii. Regresi hasil regresi *stepwise* model dengan *intercept*

Regression Analysis: Zt versus Z(t-1)L*D1; Z(t-1)L*D2				
The regression equation is				
Zt = 5,07 + 0,858 Z(t-1)L*D1 - 0,891 Z(t-1)L*D2				
299 cases used, 1 cases contain missing values				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P

```

Constant      5,07051  0,07592  66,78  0,000
Z(t-1)L*D1    0,85847  0,02858  30,04  0,000
Z(t-1)L*D2   -0,89067  0,01675  -53,18  0,000
S = 1,04287   R-Sq = 93,3%   R-Sq(adj) = 93,2%

```

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	4475,0	2237,5	2057,34	0,000
Residual Error	296	321,9	1,1		
Total	298	4797,0			

Source	DF	Seq SS
Z(t-1)L*D1	1	1399,6
Z(t-1)L*D2	1	3075,4

iii. memilih model *stepwise* tanpa intercept

Stepwise Regression: Zt versus D1_Lower; D2_Upper; ...

Alpha-to-Enter: 0,05 Alpha-to-Remove: 0,05

Response is Zt on 7 predictors, with N = 296
N(cases with missing observations) = 4 N(all cases) = 300

Step	1	2	3	4
No constant				
D1_Lower	5,478	5,066	5,066	5,066
T-Value	31,24	43,44	56,59	65,38
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000
Z(t-1)L*D1		0,859	0,859	0,859
T-Value		19,87	25,88	29,90
P-Value		0,000	0,000	0,000
Z(t-1)L*D2			-0,225	-0,934
T-Value			-14,35	-12,88
P-Value			0,000	0,000
D2_Upper				5,40
T-Value				9,96
P-Value				0,000
S	2,41	1,58	1,21	1,05
Mallows C-p	1275,5	378,0	103,4	5,7

iv. Regresi hasil regresi *stepwise* model tanpa intercept

Regression Analysis: Zt versus D1_Lower; D2_Upper; ...

The regression equation is

$$Z_t = 5,06 \text{ D1_Lower} + 5,38 \text{ D2_Upper} + 0,859 \text{ Z(t-1)L*D1} - 0,931 \text{ Z(t-1)L*D2}$$

299 cases used, 1 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
D1_Lower	5,06415	0,07679	65,95	0,000
D2_Upper	5,3784	0,5345	10,06	0,000

```

Z(t-1)L*D1    0,85890    0,02862    30,01    0,000
Z(t-1)L*D2   -0,93119    0,07161   -13,00    0,000

```

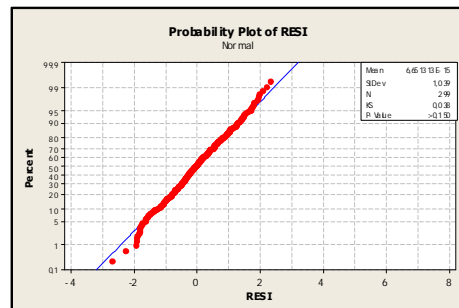
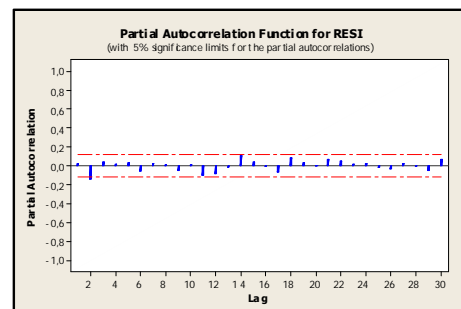
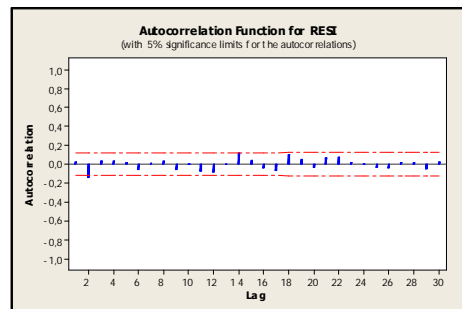
S = 1,04404

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	7123,1	1780,8	1633,72	0,000
Residual Error	295	321,6	1,1		
Total	299	7444,6			

Source	DF	Seq SS
D1_Lower	1	5730,4
D2_Upper	1	226,6
Z(t-1)L*D1	1	981,8
Z(t-1)L*D2	1	184,3

D. Uji White Noise dan Normalitas Residual Model SETAR (2,1,1)



LAMPIRAN 4.4 ESTIMASI SIMULASI SETAR DENGAN MODEL PERUBAHAN STRUKTUR

A. Model 1

i. Inisialisasi

```
> yt=SETARsc_1[,1]
> yt1= SETARsc_1 [,2]
> yt2= SETARsc_1 [,3]
```

ii. Pengujian Perubahan Struktur dengan Uji F

```
> fs <- Fstats(yt ~ yt1 + yt2, data = SETARsc_1, from = 0.1)

> sctest(fs, type = "supF")
      supF test
data:  fs
sup.F = 9.5902, p-value = 0.2906
```

B. Model 2

i. Inisialisasi

```
> yt=SETARsc_2[,1]
> yt1= SETARsc_2 [,2]
> yt2= SETARsc_2 [,3]
> yt3= SETARsc_2 [,4]
```

ii. Pengujian Perubahan Struktur dengan Uji F

```
> fs <- Fstats(yt ~ yt1 + yt2 + yt3 , data = SETARsc_2, from = 0.1)
> sctest(fs, type = "supF")
      supF test
data:  fs
sup.F = 3.6374, p-value = 0.999
```

C. Model 3

i. Inisialisasi

```
> yt=SETARsc_3[,1]
> yt1= SETARsc_3 [,2]
> yt2= SETARsc_3 [,3]
```

ii. Pengujian Perubahan Struktur dengan Uji F

```
> fs <- Fstats(yt ~ yt1 + yt2 , data = SETARsc_3, from = 0.1)

> sctest(fs, type = "supF")
      supF test
data:  fs
sup.F = 6.358, p-value = 0.6873
```

LAMPIRAN 5 ESTIMASI SIMULASI MODEL PERUBAHAN STRUKTUR

LAMPIRAN 5.1 Estimasi Simulasi Perubahan Struktur Untuk Model 1

I. Estimasi Model Perubahan Struktur

A. Inisialisasi

```
> yt=sc2a.0.3[,1]
> yt1=sc2a.0.3[,3]
> yt2=sc2a.0.3[,4]
> yt3=sc2a.0.3[,5]
```

B. Pengujian Perubahan Struktur dengan Uji F

```
> fs <- Fstats(yt ~ yt1 + yt2 + yt3 , data = sc2a.0.3, from = 0.1)
> sctest(fs, type = "expF")

      expF test
data:  fs
exp.F = 57.1718, p-value < 2.2e-16

> sctest(fs, type = "supF")

      supF test
data:  fs
sup.F = 123.8555, p-value < 2.2e-16

> sctest(fs, type = "aveF")

      aveF test
data:  fs
ave.F = 54.6166, p-value < 2.2e-16
```

C. Estimasi Waktu *Break*

```
> bp.sim2 <- breakpoints(yt ~ yt1 + yt2 + yt3 , data = sc2a.0.3, h = 0.1)
> summary(bp.sim2)

      Optimal (m+1)-segment partition:
Call:
breakpoints.formula(formula = yt ~ yt1 + yt2 + yt3, h = 0.1,
  data = sc2a.0.3)

Breakpoints at observation number:
m = 1    30
m = 2    30          220
m = 3    30    92          220
m = 4    30    92 124          220
m = 5    30    92 124          222    268
m = 6    30    92 123    173    233 268

Fit:

m    0          1          2          3          4          5          6
RSS 541.2891 378.9039 369.0072 357.7391 351.3043 346.4412 342.5440
BIC 1049.5839 972.1213 992.7294 1011.9874 1035.0653 1059.3938 1084.5025
```

D. Estimasi Titik Break

```
> breakpoints(bp.sim2)
      Optimal 2-segment partition:
Call:
breakpoints.breakpointsfull(obj = bp.sim2)
Breakpoints at observation number: 30
Corresponding to breakdates: 0.1010101

RSS: 269.9131
```

E. Model Perubahan Struktur

```
> fm0 <- lm(yt ~ yt1 + yt2 + yt3 , data = sc2a.0.3)
> summary(fm0)

Call:
lm(formula = yt ~ yt1 + yt2 + yt3, data = sc2a.0.3)
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.14278 -0.81001 -0.04596  0.77059  7.90549

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.85518    0.46613   3.980  8.7e-05 ***
yt1          0.22195    0.05743   3.865 0.000137 ***
yt2          0.45810    0.05150   8.896 < 2e-16 ***
yt3          0.19513    0.05589   3.491 0.000555 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.359 on 293 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7209,    Adjusted R-squared:  0.7181
F-statistic: 252.3 on 3 and 293 DF,  p-value: < 2.2e-16

> fm1 <- lm(yt ~ breakfactor(bp.sim2)/(yt1 + yt2 + yt3 ), data = sc2a.0.3)
> summary(fm1)

Call:
lm(formula = yt ~ breakfactor(bp.sim2)/(yt1 + yt2 + yt3), data = sc2a.0.3)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.91103 -0.67981 -0.06682  0.61717  7.47482

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    0.89830    0.43756   2.053  0.04097 *
breakfactor(bp.sim3)[T.segment2] 19.86050    2.38721   8.320 3.53e-15 ***
breakfactor(bp.sim3)segment1:yt1  0.77289    0.09767   7.914 5.37e-14 ***
breakfactor(bp.sim3)segment2:yt1 -0.37073    0.07268  -5.101 6.13e-07 ***
breakfactor(bp.sim3)segment1:yt2  0.36186    0.11890   3.043  0.00255 **
breakfactor(bp.sim3)segment2:yt2 -0.03251    0.07740  -0.420  0.67481
breakfactor(bp.sim3)segment1:yt3 -0.19909    0.10027  -1.986  0.04802 *
breakfactor(bp.sim3)segment2:yt3  0.01566    0.07264   0.216  0.82952

Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.145 on 289 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8046,    Adjusted R-squared:  0.7999
F-statistic: 170 on 7 and 289 DF,  p-value: < 2.2e-16
```


F. Memilih Model Perubahan Struktur Terbaik Melalui Regresi Stepwise

Stepwise Regression: Zt versus d1; d2; ...

Alpha-to-Enter: 0,05 Alpha-to-Remove: 0,05
 Response is Zt on 8 predictors, with N = 297
 N(cases with missing observations) = 3 N(all cases) = 300

Step	1	2	3	4
No constant				
d2	14,965	14,965	19,052	19,052
T-Value	159,98	241,70	24,64	24,82
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000
d1		4,90	4,90	7,65
T-Value		19,51	20,39	6,30
P-Value		0,000	0,000	0,000
d2*Z(t-1)			-0,274	-0,274
T-Value			-5,30	-5,34
P-Value			0,000	0,000
d1*Z(t-1)				-0,56
T-Value				-2,31
P-Value				0,022
S	1,57	1,04	0,992	0,984
Mallows C-p	454,3	34,2	7,6	4,3

G. Estimasi Model Perubahan Struktur Terbaik Melalui Regresi *Dummy*

Regression Analysis: Zt versus d1; d2; d1*Z(t-1); d2*Z(t-1)

The regression equation is

$$Z_t = 7,80 d_1 + 19,1 d_2 - 0,592 d_1 * Z(t-1) - 0,274 d_2 * Z(t-1)$$

299 cases used, 1 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
d1	7,800	1,174	6,65	0,000
d2	19,0519	0,7679	24,81	0,000
d1*Z(t-1)	-0,5918	0,2382	-2,48	0,014
d2*Z(t-1)	-0,27373	0,05128	-5,34	0,000

S = 0,984567

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	63205	15801	16300,62	0,000
Residual Error	295	286	1		
Total	299	63491			

Source	DF	Seq SS
d1	1	463
d2	1	62709
d1*Z(t-1)	1	6
d2*Z(t-1)	1	28

II. Estimasi Model SETAR

A. Estimasi Nilai *Delay*, *Threshold*, p_1 dan p_2 berdasarkan nilai AIC Minimum

	d	nominal	AIC	r	p1	p2
[1,]	1		865.0	13.10	2	1
[2,]	2		858.4	13.10	1	1
[3,]	3		865.0	13.02	1	1
[4,]	4		874.0	13.02	1	1

B. Pemilihan Model dengan Regresi *Stepwise*

i. Memilih model dengan Regresi *Stepwise*

Stepwise Regression: Zt versus D1_Lower; D2_Upper; Z(t-1)_d1; Z(t-1)_d2

Alpha-to-Enter: 0,05 Alpha-to-Remove: 0,05

Response is Zt on 4 predictors, with N = 298

N(cases with missing observations) = 2 N(all cases) = 300

Step	1	2	3	4
No constant				
D2_Upper	14,988	14,988	20,437	20,437
T-Value	65,01	202,13	19,95	20,32
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000
Z(t-1)_d1		0,960	0,960	0,847
T-Value		50,74	53,04	23,10
P-Value		0,000	0,000	0,000
Z(t-1)_d2			-0,365	-0,365
T-Value			-5,33	-5,43
P-Value			0,000	0,000
D1_Lower				1,40
T-Value				3,50
P-Value				0,001
S	3,75	1,20	1,15	1,13
Mallows C-p	2959,9	41,7	14,2	4,0

ii. Regresi hasil regresi *stepwise* model dengan intercept

Regression Analysis: Zt versus D1_Lower; D2_Upper; Z(t-1)_d1; Z(t-1)_d2

The regression equation is

$$Z_t = 1,40 \text{ D1_Lower} + 20,4 \text{ D2_Upper} + 0,847 \text{ Z(t-1)_d1} - 0,365 \text{ Z(t-1)_d2}$$

298 cases used, 2 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
D1_Lower	1,4012	0,4009	3,50	0,001
D2_Upper	20,437	1,006	20,32	0,000
Z(t-1)_d1	0,84733	0,03669	23,10	0,000
Z(t-1)_d2	-0,36489	0,06719	-5,43	0,000

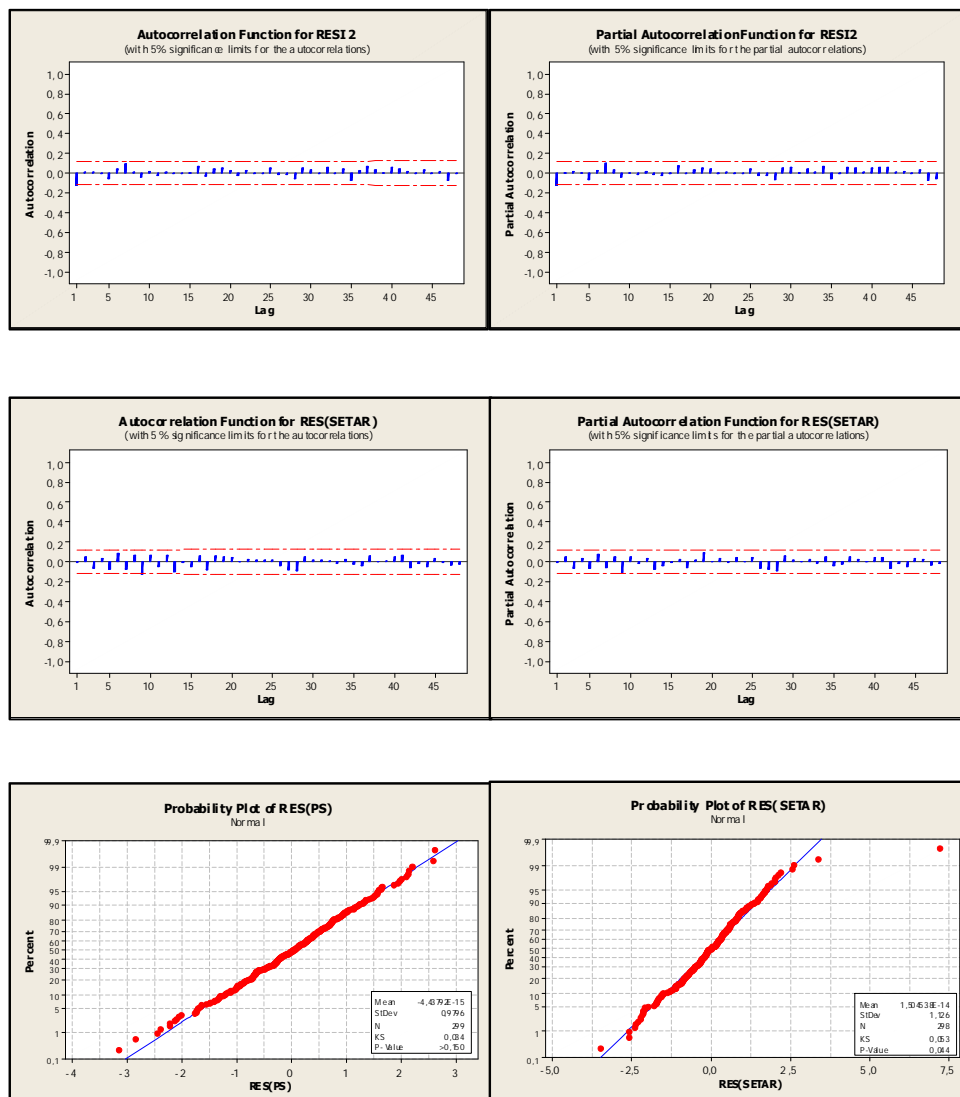
S = 1,13134

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	63098	15775	12324,66	0,000
Residual Error	294	376	1		
Total	298	63475			

Source	DF	Seq SS
D1_Lower	1	3070
D2_Upper	1	59308
Z(t-1)_d1	1	683
Z(t-1)_d2	1	38

III. Uji Residual Model Perubahan Struktur Dan SETAR



LAMPIRAN 5.2 Estimasi Perubahan Struktur Untuk Model 2

I. Estimasi Model Perubahan Struktur

A. Inisialisasi

```
> yt=sc1.0.7[,1]
> yt1=sc1.0.7[,3]
> yt2=sc1.0.7[,4]
> yt3=sc1.0.7[,5]
```

B. Pengujian Perubahan Struktur dengan Uji F

```
> sctest(fs, type = "expF")

      expF test
data:  fs
exp.F = 24.2052, p-value = 9.54e-11

> sctest(fs, type = "supF")

      supF test
data:  fs
sup.F = 59.367, p-value = 1.089e-10

> sctest(fs, type = "aveF")

      aveF test
data:  fs
ave.F = 12.7411, p-value = 0.0007821
```

C. Estimasi Waktu *Break*

```
> bp.sim2 <- breakpoints(yt ~ yt1 + yt2 + yt3 , data = sc1.0.7, h = 0.1)
> summary(bp.sim2)

      Optimal (m+1)-segment partition:

Call:
breakpoints.formula(formula = yt ~ yt1 + yt2 + yt3, h = 0.1,
  data = sc1.0.7)

Breakpoints at observation number:

m = 1           172
m = 2          111 172
m = 3           63 111 172
m = 4          33 63 111 172
m = 5          33 63 111 172 235
m = 6          33 63 111 172 207 236

Fit:

m    0           1           2           3           4           5           6
RSS 309.2766 256.5712 242.4493 230.2307 225.3505 220.9055 216.5017
BIC 883.3478 856.3280 867.9824 881.0929 903.1985 925.7503 948.2384
```

D. Estimasi Titik *Break*

```
> breakpoints(bp.sim2)

      Optimal 2-segment partition:

Call:
breakpoints.breakpointsfull(obj = bp.sim2)
Breakpoints at observation number:172
Corresponding to breakdates:0.5791246

RSS: 256.5712
```

E. Model Perubahan Struktur

```
> fm0 <- lm(yt ~ yt1 + yt2 + yt3 , data = scl.0.7)
> summary(fm0)
Call:
lm(formula = yt ~ yt1 + yt2 + yt3, data = scl.0.7)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.61884 -0.69676 -0.02054  0.67240  4.98988

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.17565     0.10297   1.706  0.08908 .
yt1          0.74836     0.05769  12.973 < 2e-16 ***
yt2          0.05879     0.07208   0.816  0.41540
yt3          0.15749     0.05753   2.737  0.00657 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Residual standard error: 1.027 on 293 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8994,    Adjusted R-squared:  0.8984
F-statistic: 873.5 on 3 and 293 DF,  p-value: < 2.2e-16

> fm1 <- lm(yt ~ breakfactor(bp.sim2)/(yt1 + yt2 + yt3 ), data =
scl.0.7)
> summary(fm1)

Call:
lm(formula = yt ~ breakfactor(bp.sim2)/(yt1 + yt2 + yt3), data = scl.0.7)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.46136 -0.58731 -0.06324  0.61015  2.49166

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.43877     0.13222   3.318  0.00102 **
breakfactor(bp.sim3)[T.segment2]  3.80120     0.65649   5.790 1.83e-08 ***
breakfactor(bp.sim3)segment1:yt1  0.70848     0.07412   9.558 < 2e-16 ***
breakfactor(bp.sim3)segment2:yt1  0.42642     0.09082   4.695 4.12e-06 ***
breakfactor(bp.sim3)segment1:yt2 -0.07832     0.09044  -0.866  0.38720
breakfactor(bp.sim3)segment2:yt2  0.07938     0.09865   0.805  0.42167
breakfactor(bp.sim3)segment1:yt3  0.13661     0.07332   1.863  0.06345 .
breakfactor(bp.sim3)segment2:yt3 -0.03928     0.08294  -0.474  0.63613
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.9422 on 289 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9166,    Adjusted R-squared:  0.9146
F-statistic: 453.6 on 7 and 289 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

F. Memilih Model Perubahan Struktur Terbaik Melalui Regresi Stepwise

Stepwise Regression: Zt versus d1; d2; d1*Z(t-1); d2*Z(t-1)

Alpha-to-Enter: 0,05 Alpha-to-Remove: 0,05

Response is Zt on 4 predictors, with N = 299

N(cases with missing observations) = 1 N(all cases) = 300

Step	1	2	3	4
No constant				
d2	7,907	7,907	4,320	4,320
T-Value	45,12	85,75	7,23	7,45
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000
d1*Z(t-1)		0,904	0,904	0,730
T-Value		27,92	29,56	14,52
P-Value		0,000	0,000	0,000
d2*Z(t-1)			0,456	0,456
T-Value			6,07	6,25
P-Value			0,000	0,000
d1				0,52
T-Value				4,32
P-Value				0,000
S	1,96	1,03	0,974	0,946
Mallows C-p	981,3	57,7	20,6	4,0

G. Estimasi Model Perubahan Struktur Terbaik Melalui Regresi Dummy

Regression Analysis: Zt versus d1; d2; d1*Z(t-1); d2*Z(t-1)

The regression equation is

$$Z_t = 0,523 d_1 + 4,32 d_2 + 0,730 d_1 * Z(t-1) + 0,456 d_2 * Z(t-1)$$

299 cases used, 1 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
d1	0,5231	0,1212	4,32	0,000
d2	4,3195	0,5801	7,45	0,000
d1*Z(t-1)	0,72959	0,05024	14,52	0,000
d2*Z(t-1)	0,45641	0,07301	6,25	0,000

S = 0,946015

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	8695,3	2173,8	2429,00	0,000
Residual Error	295	264,0	0,9		
Total	299	8959,3			

Source	DF	Seq SS
d1	1	656,3
d2	1	7815,3
d1*Z(t-1)	1	188,7
d2*Z(t-1)	1	35,0

II. Estimasi Model SETAR

A. Estimasi Nilai *Delay*, *Threshold*, p_1 dan p_2 berdasarkan nilai AIC Minimum

	d	nominal	AIC	r	p1	p2
[1,]	1		831.0	5.024	1	2
[2,]	2		825.3	5.785	3	1
[3,]	3		827.6	5.348	1	1
[4,]	4		834.7	5.348	3	1
[5,]	5		829.1	5.348	1	1

B. Pemilihan Model dengan Regresi *Stepwise*

i. memilih model dengan Regresi *Stepwise*

Stepwise Regression: Zt versus D1_Lower; D2_Upper; ...

Alpha-to-Enter: 0,05 Alpha-to-Remove: 0,05

Response is Zt on 6 predictors, with N = 297
N(cases with missing observations) = 3 N(all cases) = 300

Step	1	2	3	4
No constant				
Z(t-1)_d2	0,994	0,994	0,529	0,529
T-Value	41,87	82,89	5,99	6,14
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000
Z(t-1)_d1		0,915	0,915	0,763
T-Value		29,42	30,74	16,14
P-Value		0,000	0,000	0,000
D2_Upper			3,75	3,75
T-Value			5,31	5,45
P-Value			0,000	0,000
D1_Lower				0,49
T-Value				4,06
P-Value				0,000
S	2,09	1,05	1,01	0,983
Mallows C-p	1050,0	48,9	21,0	6,4

ii. Regresi hasil regresi *stepwise* model

Regression Analysis: Zt versus D1_Lower; D2_Upper; Z(t-1)_d1; Z(t-1)_d2

The regression equation is

$$Z_t = 0,490 D1_Lower + 3,75 D2_Upper + 0,763 Z(t-1)_d1 + 0,529 Z(t-1)_d2$$

298 cases used, 2 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
D1_Lower	0,4902	0,1206	4,07	0,000
D2_Upper	3,7504	0,6870	5,46	0,000

Z(t-1)_d1	0,76343	0,04695	16,26	0,000
Z(t-1)_d2	0,52871	0,08595	6,15	0,000

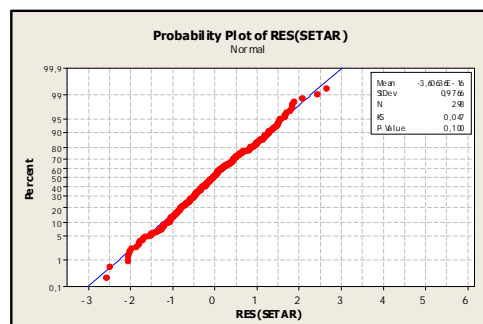
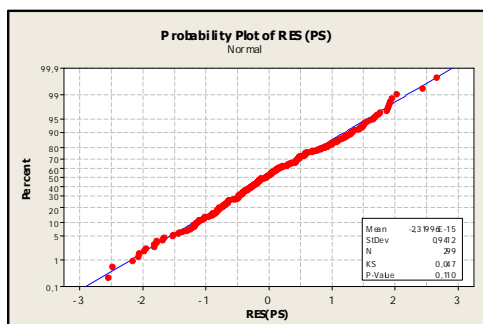
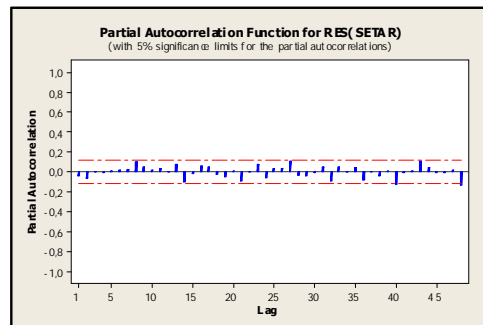
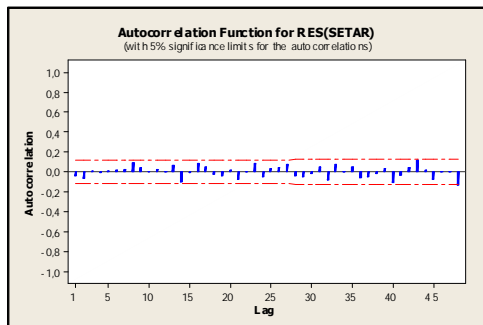
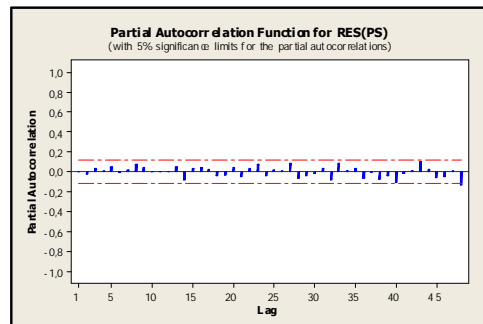
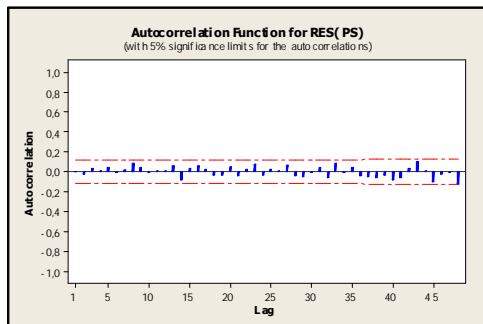
S = 0,981558

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	8657,8	2164,4	2246,53	0,000
Residual Error	294	283,3	1,0		
Total	298	8941,0			

Source	DF	Seq SS
D1_Lower	1	737,2
D2_Upper	1	7629,3
Z(t-1)_d1	1	254,7
Z(t-1)_d2	1	36,5

III. Uji Residual Model Perubahan Struktur dan SETAR



LAMPIRAN 5.3 Estimasi Perubahan Struktur Untuk Model 3

I. Estimasi Model Perubahan Struktur

A. Inisialisasi

```
> yt=sc1.0.3[,1]
> yt1=sc1.0.3[,3]
> yt2=sc1.0.3[,4]
> yt3=sc1.0.3[,5]
```

B. Pengujian Perubahan Struktur dengan Uji F

```
expF test

> fs <- Fstats(yt ~ yt1 + yt2 + yt3 , data = sc1.0.3, from = 0.1)
> sctest(fs, type = "expF")

expF test
data: fs
exp.F = 129.5735, p-value < 2.2e-16

> sctest(fs, type = "supF")

data: fs
sup.F = 270.0999, p-value < 2.2e-16

> sctest(fs, type = "aveF")

aveF test
data: fs
ave.F = 32.9872, p-value = 2.689e-11
```

C. Estimasi Waktu *Break*

```
> bp.sim2 <- breakpoints(yt ~ yt1 + yt2 + yt3 , data = sc1.0.3, h = 0.1)
> plot(bp.sim2)
> summary(bp.sim2)

Optimal (m+1)-segment partition:

Call:
breakpoints.formula(formula = yt ~ yt1 + yt2 + yt3, h = 0.1,
  data = sc1.0.3)

Breakpoints at observation number:

m = 1              171
m = 2             171 219
m = 3             91   171 219
m = 4             91 122   171 219
m = 5             91 122   171   232 267
m = 6             91 122   171 203 232 267

Fit:
m    0          1          2          3          4          5          6
RSS 531.1736 274.1050 259.0998 246.1472 239.6414 233.8102 230.3040
BIC 1041.5433 874.1682 885.9557 899.2276 919.7507 940.9109 964.8903
```

D. Estimasi Titik *Break*

```
> breakpoints(bp.sim2)

      Optimal 2-segment partition:

Call:
breakpoints.breakpointsfull(obj = bp.sim2)

Breakpoints at observation number:
171

Corresponding to breakdates:
0.5777027
```

E. Model Perubahan Struktur

```
> fm0 <- lm(yt ~ yt1 + yt2 + yt3 , data = scl.0.3)
> summary(fm0)
Call:
lm(formula = yt ~ yt1 + yt2 + yt3, data = scl.0.3)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-8.35413 -0.64930  0.06172  0.81437  3.03812

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   0.11974     0.18812   0.637 0.524946
yt1            0.21177     0.05680   3.728 0.000232 ***
yt2            0.52895     0.04922  10.748 < 2e-16 ***
yt3            0.24166     0.05689   4.248 2.90e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.349 on 292 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9297,    Adjusted R-squared:  0.9289
F-statistic: 1286 on 3 and 292 DF,  p-value: < 2.2e-16

> fm1 <- lm(yt ~ breakfactor(bp.sim2)/(yt1 + yt2 + yt3 ), data = scl.0.3)
> summary(fm1)
Call:
lm(formula = yt ~ breakfactor(bp.sim2)/(yt1 + yt2 + yt3), data = scl.0.3)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.88601 -0.58274 -0.01490  0.66196  2.57293

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   1.963e+01  2.564e+00   7.657 2.89e-13 ***
breakfactor(bp.sim2)[T.segment2] -1.461e+01  2.593e+00  -5.633 4.21e-08 ***
breakfactor(bp.sim2)segment1:yt1 -3.862e-01  7.829e-02  -4.934 1.37e-06 ***
breakfactor(bp.sim2)segment2:yt1 -1.891e-01  7.119e-02  -2.657 0.00833 **
breakfactor(bp.sim2)segment1:yt2  1.741e-04  8.407e-02   0.002 0.99835
breakfactor(bp.sim2)segment2:yt2  1.165e-01  6.049e-02   1.926 0.05515 .
breakfactor(bp.sim2)segment1:yt3  7.346e-02  7.943e-02   0.925 0.35584
breakfactor(bp.sim2)segment2:yt3  5.281e-02  5.608e-02   0.942 0.34714
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.9756 on 288 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9637,    Adjusted R-squared:  0.9628
F-statistic: 1092 on 7 and 288 DF,  p-value: < 2.2e-16 F-statistic: 851.9 on 9
and 286 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

F. Memilih Model Perubahan Struktur Terbaik Melalui Regresi Stepwise

Stepwise Regression: Zt versus d1; d2; d1*Z(t-1); d2*Z(t-1)

Alpha-to-Enter: 0,05 Alpha-to-Remove: 0,05

Response is Zt on 4 predictors, with N = 299

N(cases with missing observations) = 1 N(all cases) = 300

Step	1	2	3	4
No constant				
d1	14,965	14,965	20,652	20,652
T-Value	58,72	191,86	18,79	18,89
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000
d2		4,942	4,942	5,570
T-Value		53,70	56,00	17,09
P-Value		0,000	0,000	0,000
d1*Z(t-1)			-0,380	-0,380
T-Value			-5,19	-5,21
P-Value			0,000	0,000
d2*Z(t-1)				-0,125
T-Value				-2,00
P-Value				0,047
S	3,36	1,03	0,987	0,982
Mallows C-p	3196,7	31,2	6,0	4,0

G. Estimasi Model Perubahan Struktur Terbaik Melalui Regresi *Dummy*

Regression Analysis: Zt versus d1; d2; d1*Z(t-1); d2*Z(t-1)

The regression equation is

$$Z_t = 20,7 d_1 + 5,57 d_2 - 0,380 d_1 * Z(t-1) - 0,125 d_2 * Z(t-1)$$

299 cases used, 1 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
d1	20,652	1,093	18,89	0,000
d2	5,5696	0,3259	17,09	0,000
d1*Z(t-1)	-0,38021	0,07292	-5,21	0,000
d2*Z(t-1)	-0,12506	0,06257	-2,00	0,047

S = 0,981802

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	42051	10513	10905,95	0,000
Residual Error	295	284	1		
Total	299	42335			

Source	DF	Seq SS
d1	1	38967
d2	1	3053
d1*Z(t-1)	1	26
d2*Z(t-1)	1	4

II. ESTIMASI MODEL SETAR

A. Estimasi Nilai *Delay*, *Threshold*, p_1 dan p_2 berdasarkan nilai AIC Minimum

	d	nominal	AIC	r	p1	p2
[1,]	1		873.1	7.469	1	1
[2,]	2		937.4	7.469	1	0
[3,]	3		953.8	7.469	1	2
[4,]	4		954.7	5.171	2	3
[5,]	5		949.3	7.469	1	3

B. Pemilihan Model SETAR(2,1,1) dengan Regresi *Stepwise*

i. memilih model dengan Regresi *Stepwise*

Stepwise Regression: Zt versus D1_Lower; D2_Upper; Z(t-1)_d1; Z(t-1)_d2				
Alpha-to-Enter: 0,05 Alpha-to-Remove: 0,05				
Response is Zt on 4 predictors, with N = 299				
N(cases with missing observations) = 1 N(all cases) = 300				
Step	1	2	3	
No constant				
D2_Upper	14,855	14,855	14,855	
T-Value	57,55	152,27	154,54	
P-Value	0,000	0,000	0,000	
D1_Lower		4,94	6,71	
T-Value		42,29	11,68	
P-Value		0,000	0,000	
Z(t-1)_d1			-0,36	
T-Value			-3,15	
P-Value			0,002	
S	3,42	1,29	1,28	
Mallows C-p	1844,5	9,9	2,0	

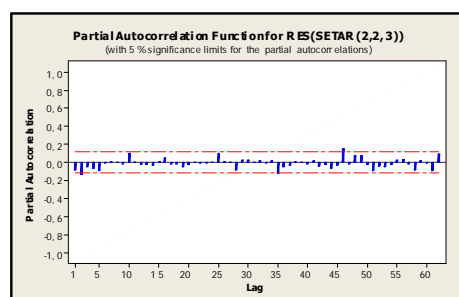
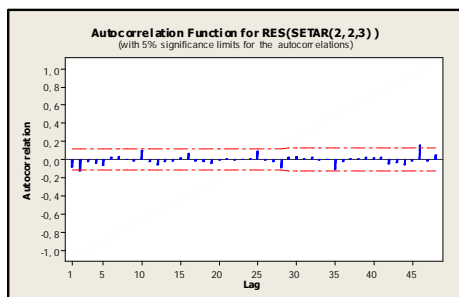
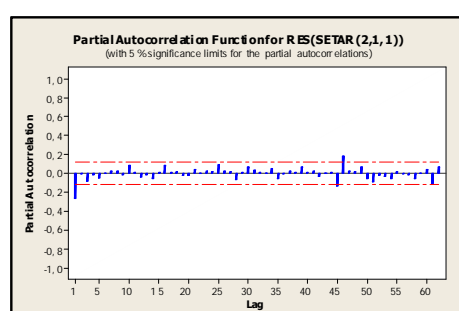
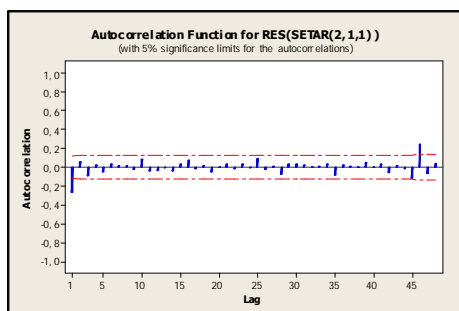
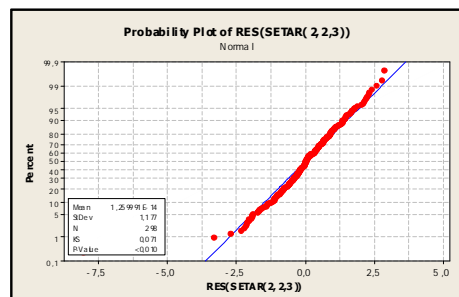
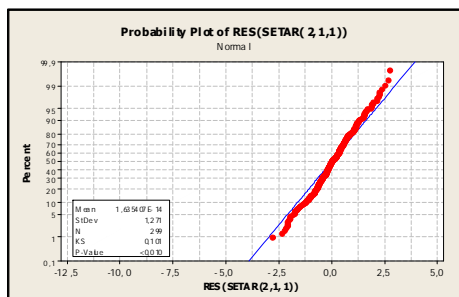
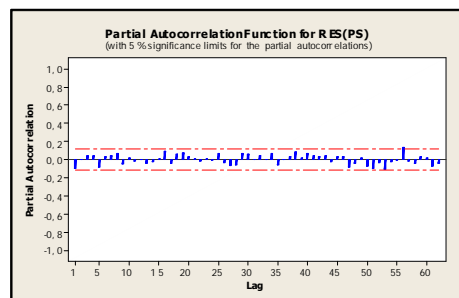
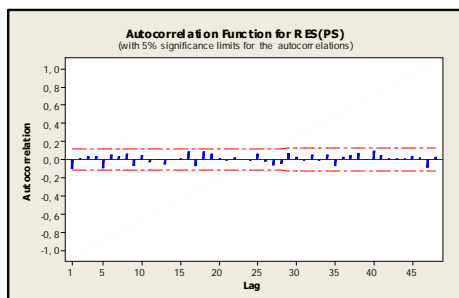
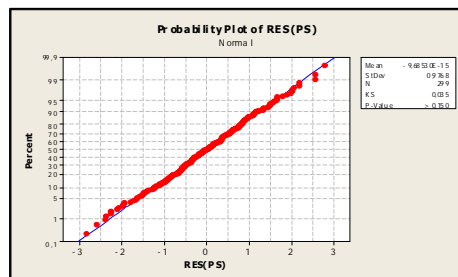
ii. Regresi hasil regresi *stepwise* model

Regression Analysis: Zt versus D1_Lower; D2_Upper; Z(t-1)_d1				
The regression equation is				
Zt = 6,71 D1_Lower + 14,9 D2_Upper - 0,361 Z(t-1)_d1				
299 cases used, 1 cases contain missing values				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
D1_Lower	6,7090	0,5745	11,68	0,000
D2_Upper	14,8555	0,0961	154,54	0,000
Z(t-1)_d1	-0,3612	0,1147	-3,15	0,002
S = 1,27529				
Analysis of Variance				

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	41853	13951	8578,15	0,000
Residual Error	296	481	2		
Total	299	42335			

Source	DF	Seq SS
D1_Lower	1	2997
D2_Upper	1	38841
Z(t-1)_d1	1	16

III. Uji Residual Model Perubahan Struktur Dan SETAR



LAMPIRAN 6 ESTIMASI DATA INFLASI SURABAYA

LAMPIRAN 6.1 Estimasi Model SETAR Data Inflasi Surabaya

A. Uji *Threshold*

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]
d	1.000	2.00	3.000	4.000	5.000
test statistic	30.957	59.05	36.547	31.321	38.626
p-value	0.001	0.00	0.000	0.001	0.000

B. Estimasi Nilai *Delay*, *Threshold*, p_1 dan p_2 berdasarkan nilai AIC Minimum

	thDelay	th	mL	mH	pooled.AIC
1	1	1.7715	1	10	657.7856
2	1	1.7715	2	10	659.7840
3	1	1.7715	3	10	660.8886
4	1	1.7715	1	9	661.1983
5	1	1.7715	1	8	661.9783
6	1	1.7715	1	7	662.2809
7	1	1.7715	4	10	662.5685
8	1	1.7715	2	9	663.1983
9	1	1.7715	5	10	663.5343
10	1	1.7715	2	8	663.9780

C. Pemilihan Model SETAR (2,1,10) dengan Regresi *Stepwise*

MODEL 1 SETAR ((2, 0, [1,4,5,6,8])

Stepwise Regression: Zt versus d1_SETAR; d2_SETAR; ...								
Alpha-to-Enter: 0,05 Alpha-to-Remove: 0,05								
Response is Zt on 22 predictors, with N = 210								
N(cases with missing observations) = 10 N(all cases) = 220								
Step	1	2	3	4	5	6	7	8
No constant								
d2*Z(t-1)	0,669	0,669	0,462	0,391	0,564	0,563	0,624	0,557
T-Value	11,63	12,59	6,43	5,22	7,55	7,77	10,35	8,29
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
d1_SETAR		0,644	0,644	0,644	0,644	0,644	0,644	0,644
T-Value		6,08	6,31	6,42	6,96	7,17	7,15	7,21
P-Value		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
d2*Z(t-3)			0,410	0,351	0,260	0,145		
T-Value			4,09	3,49	2,77	1,50		
P-Value			0,000	0,001	0,006	0,135		
d2*Z(t-6)				0,218	0,547	0,405	0,417	0,453
T-Value				2,91	6,23	4,33	4,46	4,81
P-Value				0,004	0,000	0,000	0,000	0,000

d2*Z(t-8)	-0,98	-1,18	-1,25	-1,24				
T-Value	-6,09	-7,15	-7,75	-7,77				
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000				
d2*Z(t-5)		0,40	0,46	0,33				
T-Value		3,68	4,39	2,75				
P-Value		0,000	0,000	0,007				
d2*Z(t-4)				0,23				
T-Value				2,19				
P-Value				0,030				
S	1,53	1,41	1,36	1,34	1,23	1,20	1,20	1,19
Mallows C-p	141,8	91,0	70,8	62,0	23,5	11,6	11,9	9,1

Regression Analysis: Zt versus d1_SETAR; d2*Z(t-1); ...

The regression equation is					
Zt = 0,643 d1_SETAR + 0,557 d2*Z(t-1) + 0,229 d2*Z(t-4) + 0,328 d2*Z(t-5) + 0,453 d2*Z(t-6) - 1,24 d2*Z(t-8)					
212 cases used, 8 cases contain missing values					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Noconstant					
d1_SETAR	0,64317	0,08843	7,27	0,000	
d2*Z(t-1)	0,55658	0,06687	8,32	0,000	
d2*Z(t-4)	0,2290	0,1041	2,20	0,029	
d2*Z(t-5)	0,3275	0,1187	2,76	0,006	
d2*Z(t-6)	0,45252	0,09372	4,83	0,000	
d2*Z(t-8)	-1,2371	0,1586	-7,80	0,000	
S = 1,18642					
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	6	516,364	86,061	61,14	0,000
Residual Error	206	289,964	1,408		
Total	212	806,329			
Source	DF	Seq SS			
d1_SETAR	1	74,459			
d2*Z(t-1)	1	316,196			
d2*Z(t-4)	1	22,735			
d2*Z(t-5)	1	11,116			
d2*Z(t-6)	1	6,229			
d2*Z(t-8)	1	85,630			

**E. Pemilihan Model SETAR (2,1,10) dengan Regresi *Stepwise*
MODEL 2 SETAR ((2,0,[1,4,5,6,8,12])**

Stepwise Regression: Zt versus d1_setar; d2_setar; ...						
Alpha-to-Enter: 0,05 Alpha-to-Remove: 0,05						
Response is Zt on 15 predictors, with N = 208 N(cases with missing observations) = 12 N(all cases) = 220						
Step	1	2	3	4	5	6
No constant						
d2*Z(t-1)	0,669	0,669	0,462	0,391	0,564	0,563
T-Value	11,57	12,54	6,40	5,20	7,52	7,74
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
d1_setar		0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
T-Value		6,09	6,31	6,42	6,97	7,18
P-Value		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
d2*Z(t-3)			0,410	0,351	0,260	0,145
T-Value			4,07	3,47	2,76	1,50
P-Value			0,000	0,001	0,006	0,136
d2*Z(t-6)				0,218	0,547	0,405
T-Value				2,90	6,21	4,31
P-Value				0,004	0,000	0,000
d2*Z(t-8)					-0,98	-1,18
T-Value					-6,07	-7,12
P-Value					0,000	0,000
d2*Z(t-5)						0,40
T-Value						3,67
P-Value						0,000
S	1,54	1,42	1,37	1,34	1,24	1,20
Mallows C-p	165,7	111,1	89,5	79,9	39,0	26,2
More? (Yes, No, Subcommand, or Help)						
SUBC> y						
Step	7	8	9	10		
No constant						
d2*Z(t-1)	0,624	0,557	0,558	0,589		
T-Value	10,31	8,26	8,40	8,96		
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000		
d1_setar	0,650	0,650	0,650	0,650		
T-Value	7,15	7,22	7,32	7,49		
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000		
d2*Z(t-3)						
T-Value						
P-Value						
d2*Z(t-6)	0,417	0,453	0,304	0,397		
T-Value	4,44	4,79	2,78	3,59		

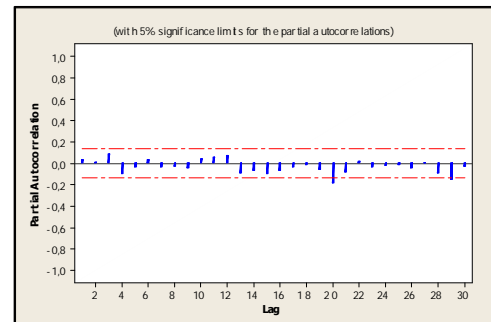
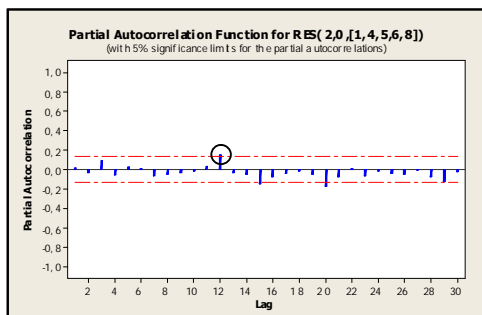
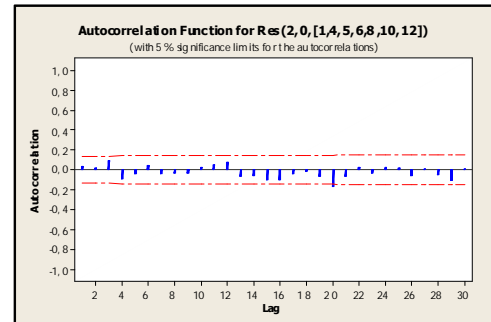
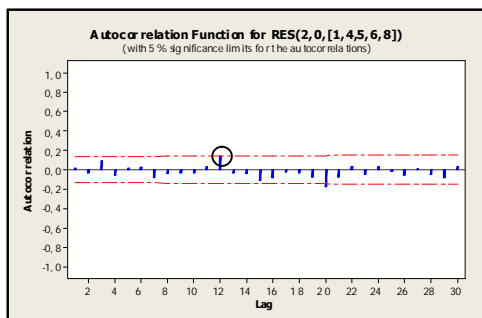
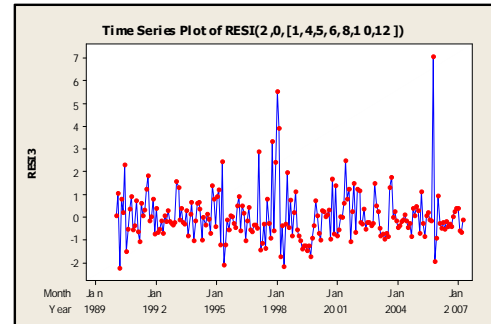
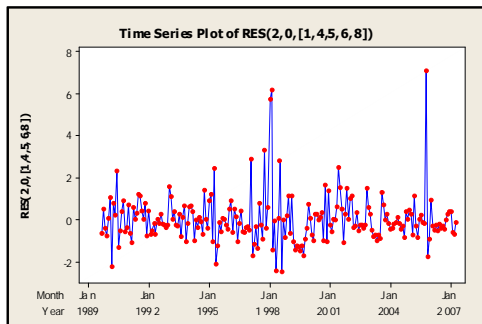
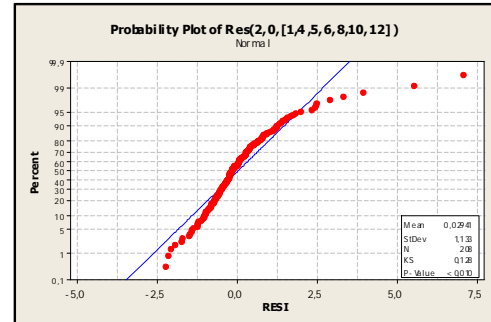
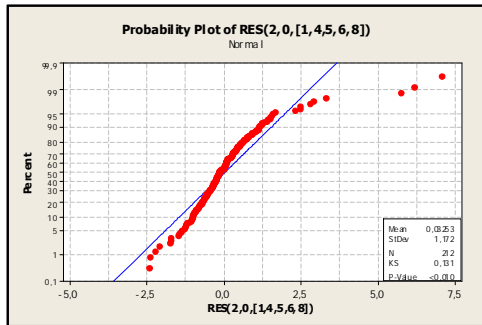
P-Value	0,000	0,000	0,006	0,000
d2*Z(t-8)	-1,25	-1,24	-1,35	-1,16
T-Value	-7,72	-7,74	-8,26	-6,86
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000
d2*Z(t-5)	0,46	0,33	0,39	0,31
T-Value	4,38	2,74	3,24	2,60
P-Value	0,000	0,007	0,001	0,010
d2*Z(t-4)		0,23	0,29	0,29
T-Value		2,18	2,74	2,79
P-Value		0,030	0,007	0,006
d2*Z(t-12)			0,28	0,44
T-Value			2,62	3,75
P-Value			0,010	0,000
d2*Z(t-10)				-0,59
T-Value				-3,16
P-Value				0,002
S	1,21	1,20	1,18	1,15
Mallows C-p	26,6	23,5	18,2	10,1

Regression Analysis: Zt versus d1_SETAR; d2*Z(t-1); ...

Regression Analysis: Zt versus d1_setar; d2*Z(t-1); ...					
The regression equation is					
Zt = 0,650 d1_setar + 0,589 d2*Z(t-1) + 0,289 d2*Z(t-4) + 0,312 d2*Z(t-5)					
+ 0,397 d2*Z(t-6) - 1,16 d2*Z(t-8) - 0,585 d2*Z(t-10) + 0,436					
d2*Z(t-12)					
208 cases used, 12 cases contain missing values					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Noconstant					
d1_setar	0,65045	0,08688	7,49	0,000	
d2*Z(t-1)	0,58930	0,06574	8,96	0,000	
d2*Z(t-4)	0,2892	0,1037	2,79	0,006	
d2*Z(t-5)	0,3120	0,1202	2,60	0,010	
d2*Z(t-6)	0,3973	0,1108	3,59	0,000	
d2*Z(t-8)	-1,1626	0,1695	-6,86	0,000	
d2*Z(t-10)	-0,5854	0,1851	-3,16	0,002	
d2*Z(t-12)	0,4363	0,1164	3,75	0,000	
S = 1,15264					
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	8	539,164	67,396	50,73	0,000
Residual Error	200	265,716	1,329		
Total	208	804,881			
Source	DF	Seq SS			
d1_setar	1	74,464			
d2*Z(t-1)	1	316,196			
d2*Z(t-4)	1	22,735			

$d2*Z(t-5)$	1	11,116
$d2*Z(t-6)$	1	6,229
$d2*Z(t-8)$	1	85,630
$d2*Z(t-10)$	1	4,132
$d2*Z(t-12)$	1	18,663

F. Uji Residual Model SETAR data Inflasi



LAMPIRAN 6.2 Estimasi Model ARIMA Data Inflasi Surabaya

A. MODEL 1

```
data fatati;
  input yt;
  datalines;
0.35
0.75
...
;
proc arima data=fatati;
  identify var=yt(0) nlag=12;
run;
  estimate p=(1, 3, 5, 6, 8) noconstant;
run;

forecast lead=30 out=hasil;
run;

proc print data=hasil;
run;
```

The ARIMA Procedure

Conditional Least Squares Estimation

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag
AR1, 1	0.46068	0.05751	8.01	<.0001	1
AR1, 2	0.22570	0.06082	3.71	0.0003	3
AR1, 3	0.15556	0.06663	2.33	0.0205	5
AR1, 4	0.15855	0.06687	2.37	0.0186	6
AR1, 5	-0.20839	0.05849	-3.56	0.0005	8

Variance Estimate 1.820028

Std Error Estimate 1.349084

AIC 761.0226

SBC 777.9908

Number of Residuals 220

* AIC and SBC do not include log determinant.

Correlations of Parameter Estimates

Parameter	AR1, 1	AR1, 2	AR1, 3	AR1, 4	AR1, 5
AR1, 1	1.000	-0.279	-0.157	-0.177	-0.003
AR1, 2	-0.279	1.000	-0.120	-0.172	-0.236
AR1, 3	-0.157	-0.120	1.000	-0.427	-0.231
AR1, 4	-0.177	-0.172	-0.427	1.000	-0.168
AR1, 5	-0.003	-0.236	-0.231	-0.168	1.000

Autocorrelation Check of Residuals

To Lag	Chi - Square	DF	Pr > Chi Sq	-----Autocorrelations-----					
6	0.95	1	0.3305	0.016	-0.007	0.003	0.049	0.002	0.038
12	8.51	7	0.2894	-0.083	-0.000	-0.014	-0.005	-0.109	0.116
18	15.26	13	0.2911	-0.066	0.077	-0.041	-0.061	0.001	0.112
24	19.96	19	0.3968	-0.062	-0.052	0.033	0.064	-0.010	0.085
30	25.48	25	0.4355	-0.002	0.107	0.059	0.013	-0.076	0.030
36	35.19	31	0.2763	-0.080	-0.013	0.022	0.132	0.053	0.098
42	39.68	37	0.3515	-0.045	-0.055	0.032	0.096	0.033	0.009

No mean term in this model.

Autoregressive Factors

Factor 1: $1 - 0.46068 B^{**}(1) - 0.2257 B^{**}(3) - 0.15556 B^{**}(5) - 0.15855 B^{**}(6) + 0.20839 B^{**}(8)$

B. MODEL 2

```
data fatati;
  input yt;
  datalines;
0.35
0.75
...
;
proc arima data=fatati;
  identify var=yt(0) nlag=12;
run;
  estimate p=(1,3,5,6,8) ;
run;

forecast lead=30 out=hasil;
run;

proc print data=hasil;
run;
```

The ARIMA Procedure

Conditional Least Squares Estimation

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag
MU	0.91092	0.25263	3.61	0.0004	0
AR1, 1	0.42124	0.05832	7.22	<.0001	1
AR1, 2	0.19956	0.06065	3.29	0.0012	3
AR1, 3	0.13671	0.06601	2.07	0.0396	5
AR1, 4	0.13924	0.06620	2.10	0.0366	6
AR1, 5	-0.24438	0.05912	-4.13	<.0001	8

Constant Estimate 0.316672
Variance Estimate 1.764581
Std Error Estimate 1.328375
AIC 755.1906
SBC 775.5524
Number of Residuals 220

* AIC and SBC do not include log determinant.

Correlations of Parameter Estimates

Parameter	MU	AR1, 1	AR1, 2	AR1, 3	AR1, 4	AR1, 5
MU	1.000	-0.009	-0.005	-0.006	-0.005	-0.012
AR1, 1	-0.009	1.000	-0.231	-0.128	-0.148	0.050
AR1, 2	-0.005	-0.231	1.000	-0.100	-0.152	-0.196
AR1, 3	-0.006	-0.128	-0.100	1.000	-0.410	-0.198
AR1, 4	-0.005	-0.148	-0.152	-0.410	1.000	-0.140
AR1, 5	-0.012	0.050	-0.196	-0.198	-0.140	1.000

Autocorrelation Check of Residuals

To Lag	Chi - Square	DF	Pr > Chi Sq	-----Autocorrelations-----					
--									
6	1.24	1	0.2656	0.010	-0.031	-0.005	0.043	-0.003	0.050
12	9.10	7	0.2456	-0.088	0.025	-0.008	-0.011	-0.113	0.111
18	16.71	13	0.2130	-0.073	0.070	-0.061	-0.090	-0.029	0.095
24	21.64	19	0.3028	-0.089	-0.077	0.004	0.038	-0.043	0.054
30	26.87	25	0.3623	-0.029	0.085	0.035	-0.016	-0.105	0.003
36	35.46	31	0.2660	-0.102	-0.030	0.008	0.116	0.037	0.081
42	40.20	37	0.3306	-0.067	-0.080	0.011	0.079	0.013	-0.011

C. MODEL 3

```
data fatati;
  input yt;
  datalines;
0.35
0.75
...
;
```

```
proc arima data=fatati;
  identify var=yt nlag=12;
run;
estimate p=(1, 3, 5, 8, 12) noconstant;
run;
```

The SAS System

The ARIMA Procedure

Conditional Least Squares Estimation

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag
AR1, 1	0.48508	0.05659	8.57	<.0001	1
AR1, 2	0.25663	0.05994	4.28	<.0001	3
AR1, 3	0.20318	0.06079	3.34	0.0010	5
AR1, 4	-0.23751	0.06162	-3.85	0.0002	8
AR1, 5	0.12948	0.05381	2.41	0.0170	12

Variance Estimate 1.818635

Std Error Estimate 1.348568

AIC 760.8542

SBC 777.8223

Number of Residuals 220

* AIC and SBC do not include log determinant.

Correlations of Parameter Estimates

Parameter	AR1, 1	AR1, 2	AR1, 3	AR1, 4	AR1, 5
AR1, 1	1.000	-0.319	-0.258	-0.032	0.002
AR1, 2	-0.319	1.000	-0.221	-0.270	0.043
AR1, 3	-0.258	-0.221	1.000	-0.267	-0.136
AR1, 4	-0.032	-0.270	-0.267	1.000	-0.354
AR1, 5	0.002	0.043	-0.136	-0.354	1.000

Autocorrelation Check of Residuals

To Lag	Chi-Square	Pr > Chi Sq	-----Autocorrelations-----						
6	6.40	1 0.0114	-0.010	-0.016	-0.031	0.025	-0.066	0.148	
12	9.58	7 0.2134	-0.047	0.034	-0.006	0.010	-0.082	0.058	
18	17.39	13 0.1822	-0.098	0.066	-0.065	-0.068	-0.041	0.090	
24	21.89	19 0.2897	-0.095	-0.049	0.003	0.013	-0.042	0.071	
30	28.14	25 0.3016	-0.012	0.103	0.057	0.027	-0.097	0.022	
36	39.50	31 0.1408	-0.096	-0.006	0.034	0.153	0.051	0.083	
42	43.96	37 0.2007	-0.066	-0.052	0.015	0.088	0.033	0.020	

Model for variable yt

No mean term in this model.

Autoregressive Factors

Factor 1: 1 - 0.48508 B**(1) - 0.25663 B**(3) - 0.20318 B**(5) + 0.23751 B**(8) - 0.12948 B**(12)

D. MODEL 4

```
data fatati;
  input yt;
  datalines;
0.35
0.75
...
;
proc arima data=fatati;
  identify var=yt(0) nlag=12;
run;
estimate p=(1,5,8) q=(1,3) noconstant;
run;
```

The ARIMA Procedure

Conditional Least Squares Estimation

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag
MA1, 1	0.24668	0.12335	2.00	0.0468	1
MA1, 2	-0.17837	0.07707	-2.31	0.0216	3
AR1, 1	0.66532	0.09719	6.85	<.0001	1
AR1, 2	0.26886	0.06164	4.36	<.0001	5
AR1, 3	-0.14635	0.05084	-2.88	0.0044	8

Variance Estimate 1.883323
Std Error Estimate 1.372342
AIC 768.5436
SBC 785.5117
Number of Residuals 220

* AIC and SBC do not include log determinant.

Correlations of Parameter Estimates

Parameter	MA1, 1	MA1, 2	AR1, 1	AR1, 2	AR1, 3
MA1, 1	1.000	0.477	0.850	-0.549	-0.271
MA1, 2	0.477	1.000	0.530	-0.403	-0.134
AR1, 1	0.850	0.530	1.000	-0.625	-0.333
AR1, 2	-0.549	-0.403	-0.625	1.000	-0.086
AR1, 3	-0.271	-0.134	-0.333	-0.086	1.000

Autocorrelation Check of Residuals

To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	8.55	1	0.0035	0.029	-0.089	0.008	0.051	-0.080	0.141
12	17.09	7	0.0169	-0.071	-0.028	0.037	0.024	-0.106	0.133
18	24.10	13	0.0302	-0.048	0.066	-0.010	-0.045	-0.011	0.143
24	29.92	19	0.0529	-0.071	-0.053	0.048	0.051	-0.023	0.101
30	36.59	25	0.0631	-0.004	0.094	0.082	0.018	-0.092	0.044
36	48.09	31	0.0258	-0.085	-0.024	0.045	0.140	0.057	0.106
42	53.53	37	0.0386	-0.060	-0.059	0.038	0.101	0.028	0.025

No mean term in this model.

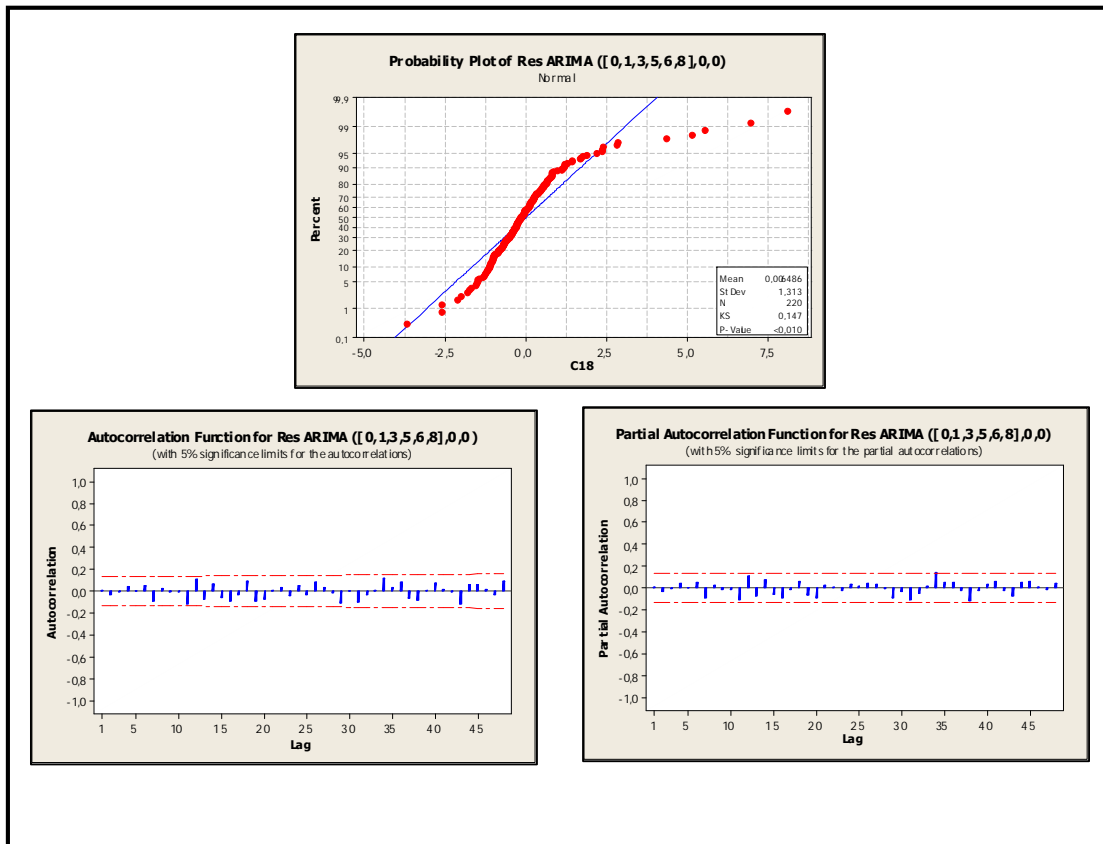
Autoregressive Factors

Factor 1: $1 - 0.66532 B^{**}(1) - 0.26886 B^{**}(5) + 0.14635 B^{**}(8)$

Moving Average Factors

Factor 1: $1 - 0.24668 B^{**}(1) + 0.17837 B^{**}(3)$

E. Uji Residual Model ARIMA ([0,1,3,5,6,8],0,0) data Inflasi



LAMPIRAN 6.3 Estimasi Model Perubahan Struktur Data Inflasi Surabaya

I. MODEL 1 (Model dengan 2 break points)

$$y_t \sim y_{t1} + y_{t3} + y_{t5} + y_{t6} + y_{t8}$$

A. Model ARIMA

Regression Analysis: Z(t) versus Z(t-1); Z(t-3); Z(t-5); Z(t-6); Z(t-8)

The regression equation is

$$Z(t) = 0,322 + 0,429 Z(t-1) + 0,200 Z(t-3) + 0,135 Z(t-5) + 0,138 Z(t-6) - 0,244 Z(t-8)$$

212 cases used, 8 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	0,3223	0,1188	2,71	0,007
Z(t-1)	0,42913	0,05910	7,26	0,000
Z(t-3)	0,19975	0,06144	3,25	0,001
Z(t-5)	0,13492	0,06643	2,03	0,044
Z(t-6)	0,13763	0,06663	2,07	0,040
Z(t-8)	-0,24445	0,05948	-4,11	0,000

S = 1,33591 R-Sq = 40,4% R-Sq(adj) = 39,0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	5	249,518	49,904	27,96	0,000
Residual Error	206	367,641	1,785		
Total	211	617,159			

Source	DF	Seq SS
Z(t-1)	1	185,199
Z(t-3)	1	21,875
Z(t-5)	1	8,244
Z(t-6)	1	4,054
Z(t-8)	1	30,146

B. Uji Perubahan Struktur Data Inflasi Surabaya

```
> yt=sc_13568 [,1]
> yt1=sc_13568 [,2]
> yt3=sc_13568 [,3]
> yt5=sc_13568 [,4]
> yt6=sc_13568 [,5]
> yt8=sc_13568 [,6]

> fs <- Fstats(yt ~ yt1 + yt3 + yt5 + yt6 + yt8 , data = sc_13568, from =
+ 0.1)

> sctest(fs, type = "supF")

      supF test

data:  fs
sup.F = 28.0995, p-value = 0.002906
```

C. Estimasi Waktu *Break*

```

> bp.sim2 <- breakpoints(yt ~ yt1 + yt3 + yt5 + yt6 + yt8, data =
sc_13568,
+ h = 0.1)
> plot(bp.sim2)
> summary(bp.sim2)

      Optimal (m+1)-segment partition:

Call:
breakpoints.formula(formula = yt ~ yt1 + yt3 + yt5 + yt6 + yt8,
h = 0.1, data = sc_13568)

Breakpoints at observation number:

m = 1          108
m = 2          81 102
m = 3          81 102    149
m = 4          81 102 123 153
m = 5          81 102 123 153    186
m = 6          60 81 102 123 153    186
m = 7      28    57 81 102 123 153    186
m = 8      28    57 81 102 123 148 169 190
m = 9      22 43 64 86 107 128 149 170 191

Corresponding to breakdates:

m = 1
m = 2          0.382075471698113
m = 3          0.382075471698113
m = 4          0.382075471698113
m = 5          0.382075471698113
m = 6          0.283018867924528 0.382075471698113

m = 1  0.509433962264151
m = 2  0.481132075471698
m = 3  0.481132075471698          0.702830188679245
m = 4  0.481132075471698 0.580188679245283 0.721698113207547
m = 5  0.481132075471698 0.580188679245283 0.721698113207547
m = 6  0.481132075471698 0.580188679245283 0.721698113207547

Fit:

m   0          1          2          3          4          5          6
RSS 367.6406 322.3511 266.5904 239.5268 228.1223 224.4340 222.4000
BIC 755.8362 765.4618 762.6932 777.4951 804.6491 838.6896 874.2556

```

D. Estimasi Titik *Break*

```
> bp.sim3 <- breakpoints(bp.sim2, breaks = 2)
> summary(bp.sim3)

      Optimal 3-segment partition:

Call:
breakpoints.breakpointsfull(obj = bp.sim2, breaks = 2)

Breakpoints at observation number:
81 102

Corresponding to breakdates:
0.3820755 0.4811321

RSS: 266.5904
```

E. Model Perubahan Struktur

```
> fm0 <- lm(yt ~ yt1 + yt3 + yt5 + yt6 + yt8 , data = sc_13568)
> summary(fm0)

Call:
lm(formula = yt ~ yt1 + yt3 + yt5 + yt6 + yt8, data = sc_13568)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.7482 -0.6861 -0.1583  0.4063  8.0300

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   0.32231     0.11877   2.714  0.00722 **
yt1            0.42913     0.05910   7.260 7.76e-12 ***
yt3            0.19975     0.06144   3.251  0.00134 **
yt5            0.13492     0.06643   2.031  0.04353 *
yt6            0.13763     0.06663   2.065  0.04014 *
yt8           -0.24445     0.05948  -4.110 5.71e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.336 on 206 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4043,    Adjusted R-squared:  0.3898
F-statistic: 27.96 on 5 and 206 DF,  p-value: < 2.2e-16

> fml <- lm(yt ~ breakfactor(bp.sim3)/( yt1 + yt3 + yt5 + yt6 + yt8),
data = sc_13568)
> summary(fml)

Call:
lm(formula = yt ~ breakfactor(bp.sim3)/(yt1 + yt3 + yt5 + yt6 +
yt8), data = sc_13568)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.8992 -0.5833 -0.1029  0.3944  7.0980

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   0.99658     0.33907   2.939  0.00369 **
breakfactor(bp.sim3)[T.segment2] -1.75572     0.61323  -2.863  0.00466 **
breakfactor(bp.sim3)[T.segment3] -0.72361     0.36710  -1.971  0.05013 .
```

```

breakfactor(bp.sim3)segment1:yt1 -0.15118    0.17349   -0.871    0.38461
breakfactor(bp.sim3)segment2:yt1  1.10798    0.16308    6.794   1.30e-10 ***
breakfactor(bp.sim3)segment3:yt1  0.35692    0.06096    5.855   2.01e-08 ***
breakfactor(bp.sim3)segment1:yt3  0.06899    0.17181    0.402    0.68844
breakfactor(bp.sim3)segment2:yt3  1.11924    0.22756    4.918   1.85e-06 ***
breakfactor(bp.sim3)segment3:yt3  0.14133    0.05993    2.358    0.01937 *
breakfactor(bp.sim3)segment1:yt5 -0.15028    0.16314   -0.921    0.35811
breakfactor(bp.sim3)segment2:yt5  0.65529    0.30838    2.125    0.03486 *
breakfactor(bp.sim3)segment3:yt5  0.21191    0.06749    3.140    0.00195 **
breakfactor(bp.sim3)segment1:yt6 -0.02854    0.16566   -0.172    0.86341
breakfactor(bp.sim3)segment2:yt6 -0.06969    0.30548   -0.228    0.81978
breakfactor(bp.sim3)segment3:yt6  0.16402    0.06746    2.431    0.01595 *
breakfactor(bp.sim3)segment1:yt8 -0.13016    0.16541   -0.787    0.43231
breakfactor(bp.sim3)segment2:yt8  0.22990    0.33162    0.693    0.48898
breakfactor(bp.sim3)segment3:yt8 -0.25193    0.05720   -4.405   1.75e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.172 on 194 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.568,    Adjusted R-squared:  0.5302
F-statistic: 15.01 on 17 and 194 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

F. Memilih Model Perubahan Struktur Terbaik Melalui Regresi Stepwise

Stepwise Regression: Z(t) versus d1; d2; ...

Alpha-to-Enter: 0,05 Alpha-to-Remove: 0,05

Response is Z(t) on 18 predictors, with N = 212
N(cases with missing observations) = 8 N(all cases) = 220

Step	1	2	3	4	5	6
No constant						
d3*Z(t-1)	0,595	0,595	0,595	0,440	0,440	0,463
T-Value	8,80	10,25	10,76	7,17	7,53	7,98
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
d2*Z(t-1)		1,22	1,22	1,22	0,94	0,94
T-Value		8,73	9,16	9,66	6,98	7,10
P-Value		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
d1			0,72	0,72	0,72	0,72
T-Value			4,72	4,98	5,22	5,31
P-Value			0,000	0,000	0,000	0,000
d3*Z(t-5)				0,283	0,283	0,351
T-Value				4,93	5,17	5,95
P-Value				0,000	0,000	0,000
d2*Z(t-3)					1,01	1,01
T-Value					4,70	4,78
P-Value					0,000	0,000
d3*Z(t-8)						-0,153
T-Value						-2,81
P-Value						0,005
S	1,67	1,44	1,37	1,30	1,24	1,22
Mallows C-p	219,1	106,9	78,5	50,8	28,2	21,7
Step	7	8				

No constant		
d3*Z(t-1)	0,408	0,378
T-Value	6,81	6,27
P-Value	0,000	0,000
d2*Z(t-1)	0,94	0,94
T-Value	7,23	7,33
P-Value	0,000	0,000
d1	0,72	0,72
T-Value	5,40	5,48
P-Value	0,000	0,000
d3*Z(t-5)	0,311	0,225
T-Value	5,22	3,33
P-Value	0,000	0,001
d2*Z(t-3)	1,01	1,01
T-Value	4,87	4,93
P-Value	0,000	0,000
d3*Z(t-8)	-0,201	-0,228
T-Value	-3,59	-4,06
P-Value	0,000	0,000
d3*Z(t-3)	0,175	0,158
T-Value	2,91	2,64
P-Value	0,004	0,009
d3*Z(t-6)		0,176
T-Value		2,60
P-Value		0,010
S	1,19	1,18
Mallows C-p	14,9	10,1

Regression Analysis: Z(t) versus d1; d2*Z(t-1); ...

The regression equation is

$$Z(t) = 0,717 \text{ d1} + 0,941 \text{ d2*Z(t-1)} + 1,01 \text{ d2*Z(t-3)} + 0,378 \text{ d3*Z(t-1)} + 0,158 \text{ d3*Z(t-3)} + 0,225 \text{ d3*Z(t-5)} + 0,176 \text{ d3*Z(t-6)} - 0,228 \text{ d3*Z(t-8)}$$

212 cases used, 8 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
d1	0,7173	0,1309	5,48	0,000
d2*Z(t-1)	0,9414	0,1285	7,33	0,000
d2*Z(t-3)	1,0142	0,2055	4,93	0,000
d3*Z(t-1)	0,37790	0,06030	6,27	0,000
d3*Z(t-3)	0,15770	0,05964	2,64	0,009
d3*Z(t-5)	0,22496	0,06750	3,33	0,001
d3*Z(t-6)	0,17565	0,06753	2,60	0,010
d3*Z(t-8)	-0,22800	0,05614	-4,06	0,000

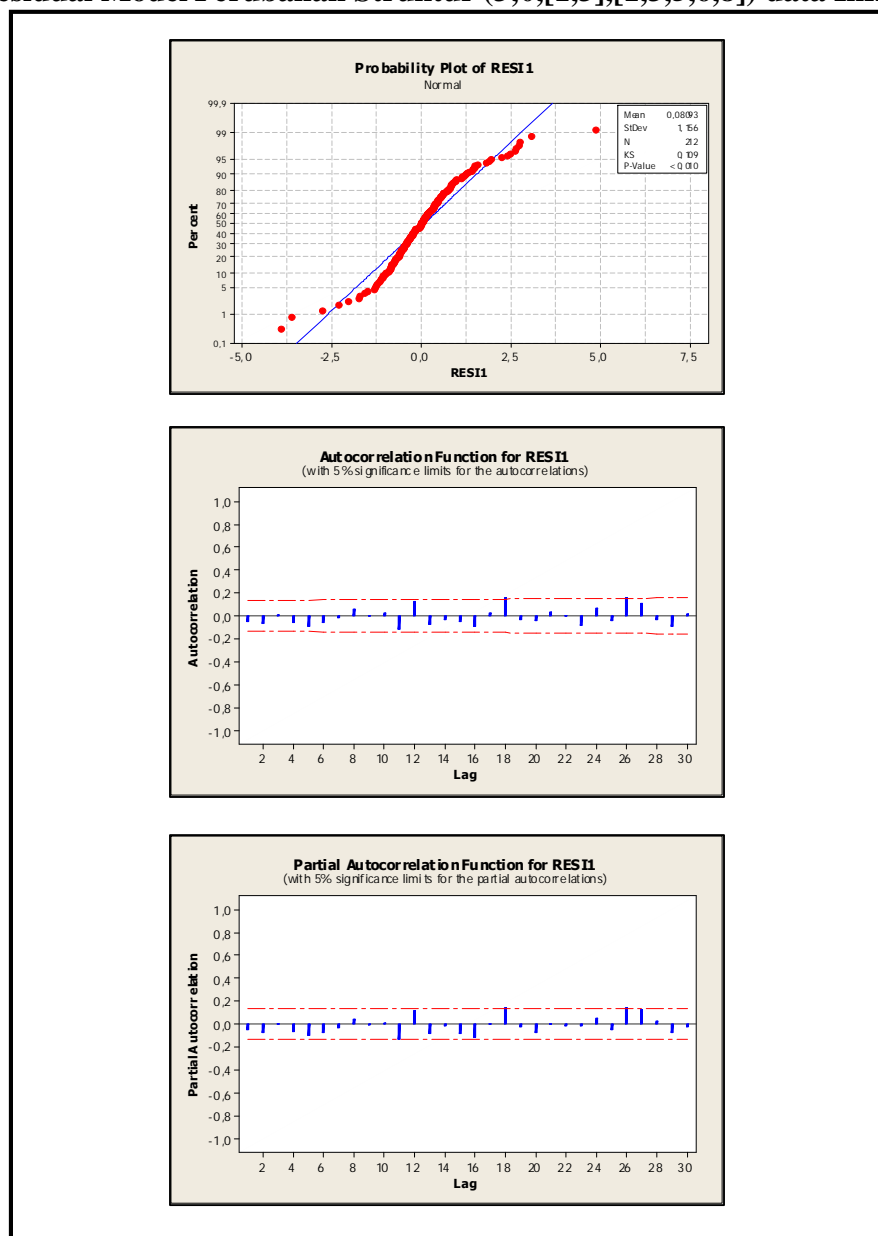
S = 1,17820

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	8	523,146	65,393	47,11	0,000
Residual Error	204	283,182	1,388		
Total	212	806,329			

Source	DF	Seq SS
d1	1	41,674
d2*Z(t-1)	1	156,992
d2*Z(t-3)	1	33,799
d3*Z(t-1)	1	216,647
d3*Z(t-3)	1	19,733
d3*Z(t-5)	1	26,511
d3*Z(t-6)	1	4,889
d3*Z(t-8)	1	22,900

G. Uji Residual Model Perubahan Struktur (3;0,[1,3],[1,3,5,6,8]) data Inflasi



II. MODEL 2 (Model dengan 3 break points)

A. Estimasi Titik *Break*

```
> bp.sim3 <- breakpoints(bp.sim2, breaks =3)
> summary(bp.sim3)

      Optimal 4-segment partition:
Call:
breakpoints.breakpointsfull(obj = bp.sim2, breaks = 3)

Breakpoints at observation number:
81 102 149

Corresponding to breakdates:
0.3820755 0.4811321 0.7028302

RSS: 239.5268
> fm0 <- lm(yt ~ yt1 + yt3 + yt5 + yt6 + yt8 , data = sc_13568)
> summary(fm0)
Call:
lm(formula = yt ~ yt1 + yt3 + yt5 + yt6 + yt8, data = sc_13568)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.7482 -0.6861 -0.1583  0.4063  8.0300

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   0.32231     0.11877   2.714  0.00722 **
yt1            0.42913     0.05910   7.260 7.76e-12 ***
yt3            0.19975     0.06144   3.251  0.00134 **
yt5            0.13492     0.06643   2.031  0.04353 *
yt6            0.13763     0.06663   2.065  0.04014 *
yt8           -0.24445     0.05948  -4.110 5.71e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.336 on 206 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.4043,    Adjusted R-squared: 0.3898
F-statistic: 27.96 on 5 and 206 DF,  p-value: < 2.2e-16

> fml <- lm(yt ~ breakfactor(bp.sim3)/( yt1 + yt3 + yt5 + yt6 + yt8),
data =
+ sc_13568)
> summary(fml)
Call:
lm(formula = yt ~ breakfactor(bp.sim3)/(yt1 + yt3 + yt5 + yt6 +
yt8), data = sc_13568)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.8992 -0.5296 -0.1215  0.4179  6.8163

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   0.996576     0.326487   3.052 0.002599 **
breakfactor(bp.sim3)[T.segment2] -1.755717     0.590470  -2.973 0.003331 **
breakfactor(bp.sim3)[T.segment3] -0.706393     0.392063  -1.802 0.073189 .
breakfactor(bp.sim3)[T.segment4] -0.182835     0.417982  -0.437 0.662307
breakfactor(bp.sim3)segment1:yt1 -0.151179     0.167051  -0.905 0.366631
breakfactor(bp.sim3)segment2:yt1  1.107976     0.157031   7.056 3.20e-11
***
```

```

breakfactor(bp.sim3)segment3:yt1  0.373944    0.069242    5.401 1.99e-07
***
breakfactor(bp.sim3)segment4:yt1 -0.004873    0.137213   -0.036 0.971710
breakfactor(bp.sim3)segment1:yt3  0.068994    0.165435    0.417 0.677119
breakfactor(bp.sim3)segment2:yt3  1.119240    0.219113    5.108 7.95e-07
***
breakfactor(bp.sim3)segment3:yt3  0.124713    0.067317    1.853 0.065506 .
breakfactor(bp.sim3)segment4:yt3  0.084841    0.131241    0.646 0.518772
breakfactor(bp.sim3)segment1:yt5 -0.150281    0.157088   -0.957 0.339963
breakfactor(bp.sim3)segment2:yt5  0.655295    0.296938    2.207 0.028536 *
breakfactor(bp.sim3)segment3:yt5  0.287434    0.078944    3.641 0.000351
***
breakfactor(bp.sim3)segment4:yt5 -0.171291    0.130090   -1.317 0.189538
breakfactor(bp.sim3)segment1:yt6 -0.028538    0.159517   -0.179 0.858209
breakfactor(bp.sim3)segment2:yt6 -0.069691    0.294145   -0.237 0.812971
breakfactor(bp.sim3)segment3:yt6  0.176276    0.080723    2.184 0.030222 *
breakfactor(bp.sim3)segment4:yt6 -0.083564    0.130917   -0.638 0.524059
breakfactor(bp.sim3)segment1:yt8 -0.130157    0.159271   -0.817 0.414845
breakfactor(bp.sim3)segment2:yt8  0.229897    0.319315    0.720 0.472438
breakfactor(bp.sim3)segment3:yt8 -0.320617    0.064915   -4.939 1.73e-06
***
breakfactor(bp.sim3)segment4:yt8 -0.087062    0.124501   -0.699 0.485237
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.129 on 188 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6119,    Adjusted R-squared:  0.5644
F-statistic: 12.89 on 23 and 188 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

B. Memilih Model Perubahan Struktur Terbaik Melalui Regresi Stepwise

Stepwise Regression: Z(t) versus D_1; D_2; ...

Alpha-to-Enter: 0,05 Alpha-to-Remove: 0,05

Response is Z(t) on 24 predictors, with N = 212
N(cases with missing observations) = 8 N(all cases) = 220

Step	1	2	3	4	5	6
No constant						
D_3*Z(t-1)	0,657	0,657	0,657	0,463	0,463	0,463
T-Value	8,94	10,43	10,95	6,62	6,95	7,23
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D_2*Z(t-1)		1,22	1,22	1,22	0,94	0,94
T-Value		8,78	9,22	9,70	7,02	7,30
P-Value		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D_1			0,72	0,72	0,72	0,72
T-Value			4,75	5,00	5,24	5,46
P-Value			0,000	0,000	0,000	0,000
D_3*Z(t-5)				0,314	0,314	0,314
T-Value				4,81	5,06	5,26
P-Value				0,000	0,000	0,000
D_2*Z(t-3)					1,01	1,01
T-Value					4,72	4,91
P-Value					0,000	0,000
D_4						0,63
T-Value						4,25
P-Value						0,000
S	1,66	1,43	1,36	1,29	1,23	1,18

Mallows C-p	249,0	127,8	97,1	68,7	44,1	26,3
Step	7	8	9			
No constant						
D_3*Z(t-1)	0,480	0,438	0,392			
T-Value	7,72	6,83	5,77			
P-Value	0,000	0,000	0,000			
D_2*Z(t-1)	0,94	0,94	0,94			
T-Value	7,53	7,61	7,67			
P-Value	0,000	0,000	0,000			
D_1	0,72	0,72	0,72			
T-Value	5,63	5,69	5,73			
P-Value	0,000	0,000	0,000			
D_3*Z(t-5)	0,426	0,326	0,298			
T-Value	6,55	4,19	3,80			
P-Value	0,000	0,000	0,000			
D_2*Z(t-3)	1,01	1,01	1,01			
T-Value	5,07	5,12	5,16			
P-Value	0,000	0,000	0,000			
D_4	0,63	0,63	0,63			
T-Value	4,39	4,43	4,47			
P-Value	0,000	0,000	0,000			
D_3*Z(t-8)	-0,218	-0,257	-0,300			
T-Value	-3,78	-4,31	-4,77			
P-Value	0,000	0,000	0,000			
D_3*Z(t-6)		0,186	0,185			
T-Value		2,29	2,31			
P-Value		0,023	0,022			
D_3*Z(t-3)			0,135			
T-Value			2,02			
P-Value			0,045			
S	1,15	1,13	1,13			
Mallows C-p	13,6	10,2	8,2			

Regression Analysis: Z(t) versus D_1; D_4; ...

The regression equation is

$$Z(t) = 0,717 D_1 + 0,634 D_4 + 0,941 D_2*Z(t-1) + 1,01 D_2*Z(t-3) + 0,392 D_3*Z(t-1) + 0,135 D_3*Z(t-3) + 0,298 D_3*Z(t-5) + 0,185 D_3*Z(t-6) - 0,300 D_3*Z(t-8)$$

212 cases used, 8 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
D_1	0,7173	0,1252	5,73	0,000
D_2*Z(t-1)	0,9414	0,1228	7,67	0,000
D_2*Z(t-3)	1,0142	0,1965	5,16	0,000
D_3*Z(t-1)	0,39155	0,06784	5,77	0,000
D_3*Z(t-3)	0,13490	0,06675	2,02	0,045
D_3*Z(t-5)	0,29817	0,07837	3,80	0,000
D_3*Z(t-6)	0,18514	0,08029	2,31	0,022

D_3*Z(t-8)	-0,30005	0,06294	-4,77	0,000
D_4	0,6338	0,1419	4,47	0,000

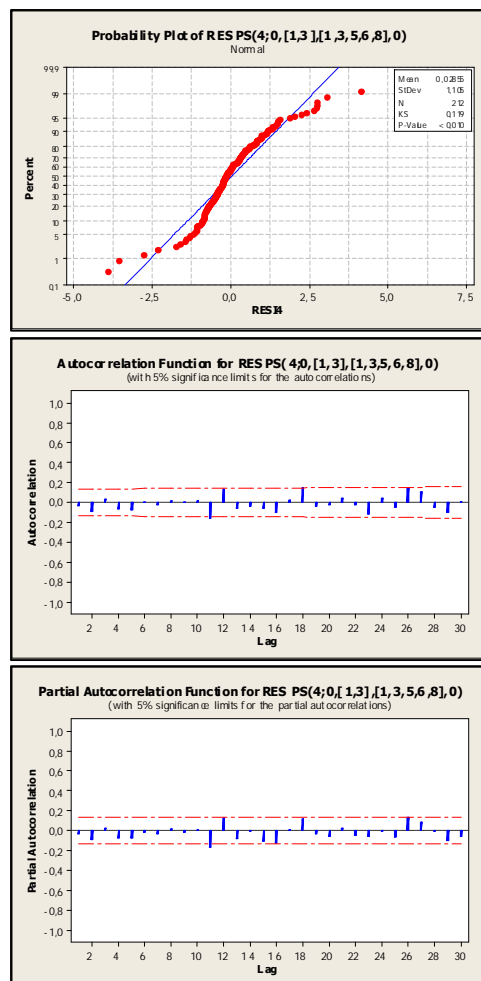
S = 1,12644

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	9	548,747	60,972	48,05	0,000
Residual Error	203	257,581	1,269		
Total	212	806,329			

Source	DF	Seq SS
D_1	1	41,674
D_4	1	25,308
D_2*Z(t-1)	1	156,992
D_2*Z(t-3)	1	33,799
D_3*Z(t-1)	1	221,549
D_3*Z(t-3)	1	8,448
D_3*Z(t-5)	1	30,627
D_3*Z(t-6)	1	1,510
D_3*Z(t-8)	1	28,841

C. Uji Residual Model ARIMA ([0,1,3,5,6,8],0,0) data Inflasi



LAMPIRAN 6.4 Data Ramalan *Out_Sample* Inflasi Surabaya

I. MODEL SETAR

Z(t+1)	Model 2 (SETAR (2,0,[1,4,5,6,8,10,12]))					
	forecast	Regime	Aktual	Residual	Res^2	SSE
Z(221)	0,65	Lower	0,55	-0,1	0,01	
Z(222)	0,65	Lower	-0,19	-0,84	0,7056	
Z(223)	0,65	Lower	0,35	-0,3	0,09	
Z(224)	0,65	Lower	0,73	0,08	0,0064	
Z(225)	0,65	Lower	0,93	0,28	0,0784	0,8904
Z(226)	0,65	Lower	0,76	0,11	0,0121	
Z(227)	0,65	Lower	0,43	-0,22	0,0484	
Z(228)	0,65	Lower	0,92	0,27	0,0729	
Z(229)	0,65	Lower	1,38	0,73	0,5329	
Z(230)	0,65	Lower	0,65	0	0	1,5567
Z(231)	0,65	Lower	1,52	0,87	0,7569	
Z(232)	0,65	Lower	0,79	0,14	0,0196	
Z(233)	0,65	Lower	1,39	0,74	0,5476	
Z(234)	0,65	Lower	2	1,35	1,8225	
Z(235)	0,65	Lower	0,98	0,33	0,1089	4,8122
Z(236)	0,65	Lower	0,79	0,14	0,0196	
Z(237)	0,65	Lower	0,77	0,12	0,0144	
Z(238)	0,65	Lower	0,4	-0,25	0,0625	
Z(239)	0,65	Lower	0,04	-0,61	0,3721	
Z(240)	0,65	Lower	-0,3	-0,95	0,9025	6,1833
				1,89	6,1833	

II. MODEL ARIMA

Z(t+1)	Model 2 (ARIMA([0,1,3,5,6,8],0,0))			
	Forecast	Res	Res^2	SSE(kumulatif)
Z(221)	0,76848	-0,2185	0,047742	
Z(222)	0,76206	-0,9521	0,78641	
Z(223)	0,6799	-0,3299	0,06693	
Z(224)	0,51033	0,2197	0,09357	
Z(225)	0,49816	0,4318	0,27857	1,273222
Z(226)	0,82778	-0,0678	0,00191	
Z(227)	0,98328	-0,5533	0,18029	
Z(228)	0,89737	0,0226	0,02563	
Z(229)	0,8365	0,5435	0,45955	
Z(230)	0,81818	-0,1682	0,001	1,941602
Z(231)	0,85677	0,6632	0,64738	
Z(232)	0,96947	-0,1795	0,0013	
Z(233)	1,02617	0,3638	0,25898	
Z(234)	0,95692	1,0431	1,4047	
Z(235)	0,90126	0,0787	0,04622	4,300182
Z(236)	0,91285	-0,1228	0,00012	
Z(237)	0,93957	-0,1696	0,00128	
Z(238)	0,96763	-0,5676	0,18957	
Z(239)	0,97077	-0,9308	0,6424	
Z(240)	0,93262	-1,2326	1,22478	6,358332
Jumlah		-2,1263	6,358332	

III. MODEL PERUBAHAN STRUKTUR

Z(t+1)	Model PS(3;0,[1,3],[1,3,5,6,8])					
	forecast	Regime	Aktual	Residual	Res^2	SSE(kumulatif)
Z(221)	0,55359	3	0,55	-0,00359	1,29E-05	
Z(222)	0,473147	3	-0,19	-0,66315	0,439764	
Z(223)	0,2572696	3	0,35	0,09273	0,008599	
Z(224)	-0,044065	3	0,73	0,774065	0,599176	
Z(225)	-0,063319	3	0,93	0,993319	0,986683	2,034235
Z(226)	0,2226318	3	0,76	0,537368	0,288765	
Z(227)	0,2856425	3	0,43	0,144357	0,020839	
Z(228)	0,1160083	3	0,92	0,803992	0,646403	
Z(229)	-0,011827	3	1,38	1,391827	1,937182	
Z(230)	-0,089219	3	0,65	0,739219	0,546444	5,473868
Z(231)	-0,035105	3	1,52	1,555105	2,418352	
Z(232)	0,0983614	3	0,79	0,691639	0,478364	
Z(233)	0,1138956	3	1,39	1,276104	1,628443	
Z(234)	0,0045023	3	2	1,995498	3,982011	
Z(235)	-0,07004	3	0,98	1,05004	1,102583	15,08362
Z(236)	-0,058531	3	0,79	0,848531	0,720004	
Z(237)	-0,002764	3	0,77	0,772764	0,597164	
Z(238)	0,051169	3	0,4	0,348831	0,121683	
Z(239)	0,0391566	3	0,04	0,000843	7,11E-07	
Z(240)	-0,023028	3	-0,3	-0,27697	0,076713	16,59919
Jumlah				13,07252	16,59919	

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN 7 DESKRIPTIF PEMBAGIAN WILAYAH LOWER DAN UPPER

I. Data Simulasi SETAR

A. Deskriptif Pembagian Wilayah *Lower* & *Upper* Simulasi SETAR Model 1

Kategori	jumlah	prosentase
Z(t) Lower vs Z(t-1) Lower	108	62,4277
Z(t) Upper vs Z(t-1) Lower	65	37,5723
Z(t) Lower vs Z(t-1) Upper	66	52,3810
Z(t) Upper vs Z(t-1) Upper	60	47,6190

B. Deskriptif Pembagian Wilayah *Lower* & *Upper* Simulasi SETAR Model 2

Kategori	jumlah	prosentase
Z(t) Lower vs Z(t-1) Lower	35	20,9581
Z(t) Upper vs Z(t-1) Lower	132	79,0419
Z(t) Lower vs Z(t-1) Upper	132	100
Z(t) Upper vs Z(t-1) Upper	0	0

C. Deskriptif Pembagian Wilayah *Lower* & *Upper* Simulasi SETAR Model 3

Kategori	jumlah	prosentase
Z(t) Lower vs Z(t-1) Lower	84	43,75
Z(t) Upper vs Z(t-1) Lower	108	56,25
Z(t) Lower vs Z(t-1) Upper	107	100,00
Z(t) Upper vs Z(t-1) Upper	0	0,00

II. Data Simulasi Perubahan Struktur

A. Deskriptif Pembagian Wilayah *Lower* & *Upper* Simulasi Perubahan Struktur Model 1

Kategori	jumlah	prosentase
Z(t) Lower vs Z(t-1) Lower	19	55,88
Z(t) Upper vs Z(t-1) Lower	15	44,12
Z(t) Lower vs Z(t-1) Upper	13	4,92
Z(t) Upper vs Z(t-1) Upper	251	95,08

B. Deskriptif Pembagian Wilayah *Lower* & *Upper* Simulasi Perubahan Struktur Model 2

Kategori	jumlah	prosentase
Z(t) Lower vs Z(t-1) Lower	173	97,74
Z(t) Upper vs Z(t-1) Lower	4	2,26
Z(t) Lower vs Z(t-1) Upper	2	1,65
Z(t) Upper vs Z(t-1) Upper	119	98,35

C. Deskriptif Pembagian Wilayah *Lower* & *Upper* Simulasi Perubahan Struktur Model 3

Kategori	jumlah	prosentase
Z(t) Lower vs Z(t-1) Lower	122	99,19
Z(t) Upper vs Z(t-1) Lower	1	0,81
Z(t) Lower vs Z(t-1) Upper	2	1,14
Z(t) Upper vs Z(t-1) Upper	174	98,86

III. Data Inflasi

Kategori	jumlah	prosentase
Z(t) Lower vs Z(t-1) Lower	168	90,3226
Z(t) Upper vs Z(t-1) Lower	18	9,6774
Z(t) Lower vs Z(t-1) Upper	18	54,5455
Z(t) Upper vs Z(t-1) Upper	15	45,4545

**LAMPIRAN 8 KEJADIAN-KEJADIAN KHUSUS SELAMA
INFLASI DIHUBUNGKAN DENGAN MODEL
SETAR**

No	Bulan	Thn	<i>t</i>	Keterangan	<i>Regime</i>
1	Mei	1990	17	Kenaikan BBM	1
	Juli	1990	19		2
2	Juli	1991	31	Kenaikan BBM	1
	Agustus, September		32,33		2
3	Juli	1997	103	Krisis moneter	1
	Januari	1998	109	Nilai tukar rupiah melemah Rp. 10.375	
	Februari	1998	110	Inflasi 12,76%	
	Mei	1998	113	Kenaikan BBM 25 – 71,43%	
	Nov 1997 s.d Sept 1998		107 s.d 117	Periode Krismon	2
4	Januari	1999	121	Idul Fitri	2
	Februari		122		2
5	Oktober	1999	130	Pemisahan Timor- Timur	1
6	Oktober	2000	142	Kenaikan BBM	1
	November	2000	143		2
	Desember	2000	144		1
7	Januari	2002	157	Perubahan tahun dasar	2
	Desember	2001	156		2
8	Maret	2002	159	Kenaikan BBM untuk sektor industri	2
	April	2002	160		1
9	Januari	2003	169	Kenaikan BBM	1
	Desember	2002	168		2
10	Desember	2004	192	Bencana alam Tsunami	1
11	Februari	2005	194	Pemerintah mencabut subsidi BBM	1
12	Maret	2005	195	Kenaikan BBM	1
13	Oktober	2005	202	Kenaikan BBM	1
	November	2005	203		2
14	Agustus	2007	224	Idul Fitri	1
15	Mei	2008	233	Kenaikan BBM	1

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN 9 TABEL ANGKA KRITIS ANDREWS

π_0	λ	$p = 1$			$p = 2$			$p = 3$			$p = 4$			$p = 5$		
		10%	5%	1%	10%	5%	1%	10%	5%	1%	10%	5%	1%	10%	5%	1%
.50	1.00	2.71	3.84	6.63	4.61	5.99	9.21	6.25	7.81	11.34	7.78	9.49	13.28	9.24	11.07	15.09
.49	1.08	3.47	4.73	7.82	5.42	6.86	10.30	7.19	8.83	12.58	8.93	10.63	14.64	10.39	12.28	16.34
.48	1.17	3.79	5.10	8.26	5.80	7.31	10.71	7.64	9.29	13.05	9.42	11.17	15.17	10.96	12.88	16.83
.47	1.27	4.02	5.38	8.65	6.12	7.67	11.01	7.98	9.62	13.39	9.82	11.63	15.91	11.40	13.27	17.32
.45	1.49	4.38	5.91	9.00	6.60	8.11	11.77	8.50	10.15	14.23	10.35	12.27	16.64	12.05	14.00	18.06
.40	2.25	5.10	6.57	9.82	7.45	9.02	12.91	9.46	11.17	14.88	11.39	13.32	17.66	13.09	15.16	19.23
.35	3.45	5.59	7.05	10.53	8.06	9.67	13.53	10.16	12.05	15.71	12.10	14.12	18.54	13.86	15.93	19.99
.30	5.44	6.05	7.51	10.91	8.57	10.19	14.16	10.76	12.58	16.24	12.80	14.79	19.10	14.58	16.48	20.67
.25	9.00	6.46	7.93	11.48	9.10	10.75	14.47	11.29	13.16	16.60	13.36	15.34	19.78	15.17	17.25	21.39
.20	16.00	6.80	8.45	11.69	9.59	11.26	15.09	11.80	13.69	17.28	13.82	15.84	20.24	15.63	17.88	21.90
.15	32.11	7.17	8.85	12.35	10.01	11.79	15.51	12.27	14.15	17.68	14.31	16.45	20.71	16.20	18.35	22.49
.10	81.00	7.63	9.31	12.69	10.50	12.27	16.04	12.81	14.62	18.28	14.94	16.98	21.04	16.87	18.93	23.34
.05	361.00	8.19	9.84	13.01	11.20	12.93	16.44	13.47	15.15	19.06	15.62	17.56	21.54	17.69	19.61	24.18

π_0	λ	$p = 6$			$p = 7$			$p = 8$			$p = 9$			$p = 10$		
		10%	5%	1%	10%	5%	1%	10%	5%	1%	10%	5%	1%	10%	5%	1%
.50	1.00	10.64	12.59	16.81	12.02	14.07	18.48	13.36	15.51	20.09	14.68	16.92	21.67	15.99	18.31	23.21
.49	1.08	11.81	13.74	18.32	13.27	15.52	19.93	13.29	15.63	20.53	16.17	18.56	23.05	17.35	19.79	24.62
.48	1.17	12.42	14.45	19.12	13.92	16.14	20.64	13.89	16.31	21.14	16.82	19.25	23.83	18.08	20.35	25.75
.47	1.27	12.90	14.86	19.64	14.32	16.63	21.14	14.43	16.74	21.72	17.26	19.74	24.80	18.67	20.92	26.43
.45	1.49	13.53	15.59	20.45	14.97	17.38	22.32	15.05	17.53	22.28	18.10	20.59	25.52	19.39	21.78	27.30
.40	2.25	14.71	16.91	21.60	16.23	18.41	23.35	16.26	18.73	23.63	19.56	22.12	26.86	20.74	23.15	28.86
.35	3.45	15.56	17.75	22.33	17.09	19.34	24.10	17.06	19.46	24.64	20.49	22.93	27.77	21.87	24.17	29.76
.30	5.44	16.32	18.46	23.06	17.74	20.01	24.86	17.90	20.36	25.64	21.27	23.65	28.50	22.73	25.05	30.74
.25	9.00	17.00	19.07	23.65	18.38	20.63	25.11	18.61	20.95	26.10	21.93	24.31	29.23	23.32	25.80	31.32
.20	16.00	17.56	19.64	24.27	19.04	21.07	25.72	19.17	21.47	26.76	22.54	24.91	29.92	24.00	26.42	31.98
.15	32.11	18.12	20.26	24.79	19.69	21.84	26.23	19.82	22.13	27.25	23.15	25.47	30.52	24.62	27.03	32.33
.10	81.00	18.78	20.82	25.21	20.32	22.51	26.91	20.45	22.87	27.69	23.77	26.16	31.15	25.39	27.87	32.95
.05	361.00	19.49	21.56	25.96	21.02	23.22	27.53	21.23	23.60	28.77	24.64	26.94	31.61	26.24	28.63	33.86

π_0	λ	$p = 11$			$p = 12$			$p = 13$			$p = 14$			$p = 15$		
		10%	5%	1%	10%	5%	1%	10%	5%	1%	10%	5%	1%	10%	5%	1%
.50	1.00	17.28	19.68	24.73	18.55	21.03	26.22	19.81	22.36	27.69	21.06	23.68	29.14	22.31	25.00	30.58
.49	1.08	18.65	21.02	26.43	20.27	22.70	28.04	21.05	23.73	29.67	22.52	25.17	31.23	24.30	26.93	32.73
.48	1.17	19.40	21.81	27.04	21.01	23.54	28.64	21.87	24.53	30.23	23.45	26.11	32.11	25.13	27.82	33.55
.47	1.27	19.94	22.36	27.84	21.54	24.08	29.14	22.46	25.24	30.87	24.09	26.75	32.57	25.65	28.42	34.08
.45	1.49	20.70	23.27	28.47	22.42	24.99	30.03	23.31	25.95	31.62	24.98	27.65	33.39	26.59	29.25	35.16
.40	2.25	22.24	24.95	30.20	23.81	26.26	31.52	24.91	27.56	33.38	26.46	29.20	34.97	28.21	31.07	36.59
.35	3.45	23.25	25.93	31.14	24.80	27.45	32.46	26.00	28.77	34.65	27.52	30.30	36.10	29.23	32.11	37.32
.30	5.44	24.19	26.71	31.65	25.63	28.18	33.27	26.95	29.70	35.26	28.41	31.08	37.02	30.21	32.80	38.28
.25	9.00	24.82	27.43	32.39	26.37	28.98	33.77	27.64	30.48	35.85	29.31	31.83	37.25	30.93	33.65	38.93
.20	16.00	25.41	27.93	33.42	27.08	29.61	34.56	28.36	31.10	36.47	29.98	32.65	38.41	31.68	34.41	40.07
.15	32.11	26.14	28.55	33.75	27.74	30.16	35.07	29.13	31.80	37.04	30.67	33.45	39.22	32.51	35.06	40.56
.10	81.00	26.86	29.21	34.46	28.47	30.88	35.75	30.01	32.62	37.64	31.48	34.22	39.60	33.28	35.76	41.28
.05	361.00	27.91	30.15	35.14	29.31	31.76	36.70	30.90	33.42	38.44	32.48	35.00	40.10	34.25	36.74	42.05

π_0	λ	$p = 16$			$p = 17$			$p = 18$			$p = 19$			$p = 20$		
		10%	5%	1%	10%	5%	1%	10%	5%	1%	10%	5%	1%	10%	5%	1%
.50	1.00	23.54	26.30	32.00	24.76	27.58	33.43	25.99	28.87	34.81	27.19	30.14	36.21	28.41	31.41	37.57
.49	1.08	25.32	28.17	34.11	26.77	29.72	33.57	27.85	30.79	36.82	29.36	32.40	38.97	30.44	33.56	40.04
.48	1.17	26.22	29.05	35.09	27.65	30.58	36.78	28.76	31.57	37.70	30.18	33.20	39.93	31.39	34.62	40.88
.47	1.27	26.83	29.73	35.87	28.16	31.25	37.38	29.32	32.24	38.65	30.87	33.86	40.28	32.01	35.12	41.72
.45	1.49	27.75	30.59	36.88	29.14	32.18	38.25	30.38	33.17	39.31	31.95	34.82	41.40	33.09	36.41	42.97
.40	2.25	29.34	32.28	38.56	30.82	33.74	39.66	32.11	35.10	40.99	33.54	36.53	43.34	34.78	37.93	44.20
.35	3.45	30.56	33.40	39.18	31.96	34.86	40.81	33.40	36.23	41.84	34.71	37.79	44.30	36.04	39.21	45.34
.30	5.44	31.56	34.41	40.29	32.99	35.83	41.73	34.33	37.09	42.69	35.72	38.77	44.76	37.04	40.25	46.14
.25	9.00	32.33	35.19	41.07	33.85	36.71	42.46	35.27	37.94	43.68	36.60	39.75	45.66	37.92	40.98	46.79
.20	16.00	33.21	35.95	41.78	34.53	37.49	43.27	36.07	38.77	44.09	37.47	40.43	46.68	38.97	41.90	47.75
.15	32.11	33.90	36.66	42.40	35.39	38.12	43.95	36.85	39.55	44.84	38.36	41.25	47.25	39.96	43.00	48.40
.10	81.00	34.72	37.48	43.10	36.19	39.05	44.52	37.64	40.38	45.89	39.16	42.01	47.95	40.74	43.76	49.58
.05	361.00	35.81	38.51	44.20	37.24	40.05	45.39	38.68	41.36	46.69	40.27	43.05	49.02	41.83	44.52	50.76

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Studi simulasi terhadap model SETAR dan Perubahan Struktur merumuskan kesimpulan sebagai berikut :
 - a. Model SETAR dengan satu *regime* dan Perubahan Struktur dengan nol *break* akan sama dengan model *Autoregressive*.
 - b. Identifikasi model SETAR dilakukan melalui *lag* plot, sedangkan identifikasi model Perubahan Struktur dilihat dari plot deret waktu.
 - c. Pembangkitan parameter yang dekat dengan 0 pada model SETAR akan menyebabkan data tidak terdeteksi sebagai nonlinier akibatnya peramalan dengan SETAR tidak sesuai dengan rancangan.
 - d. Pembangkitan titik *break* yang kurang dari 10% jumlah data pada model Perubahan Struktur menyebabkan tidak tepatnya Minimum BIC membaca titik *break*.
 - e. Model-model SETAR belum tentu dapat dianalisis dengan Perubahan Struktur, umumnya model SETAR tidak signifikan ketika dilakukan uji Perubahan Struktur, akan tetapi model Perubahan Struktur dapat dianalisis dengan SETAR. Pada 3 data simulasi model SETAR, uji *Sup F* tidak membaca adanya Perubahan Struktur sedangkan pada 3 data simulasi model Perubahan Struktur, SETAR dapat memberikan estimasi model yang baik.
2. Penerapan model SETAR dan Perubahan Struktur terhadap data inflasi di kota Surabaya
 - a. Model SETAR untuk data Inflasi adalah :
SETAR (2;0,[1,4,5,6,8,10,12]).

Regime lower yaitu jika $Z_{t-1} \leq 1,7715$

$$Z_t = 0,65045 + a_{t,L}$$

Regime upper yaitu jika $Z_{t-1} > 1,7715$

$$Z_t = 0,5893Z_{(t-1),U} + 0,2892Z_{(t-4),U} + 0,312Z_{(t-5),U} + 0,3973Z_{(t-6),U} + \\ - 1,1626Z_{(t-8),U} - 0,5854Z_{(t-10),U} + 0,4363Z_{(t-12),U} + a_{t,U}$$

Model ini menunjukkan bahwa untuk data inflasi, pada *regime lower* yaitu pada saat $Z_{t-1} \leq 1,7715$ dipengaruhi oleh konstanta, sedangkan pada saat *regime upper* yaitu saat $Z_{t-1} > 1,7715$ data dipengaruhi oleh konstanta dan pengamatan pada 1, 4, 5, 6, 8, 10 serta 12 bulan sebelumnya.

- b. Model ARIMA untuk data Inflasi adalah :

ARIMA([0,1,3,5,6,8],0,0)

$$Z_t = 0,91092 + 0,42124Z_{(t-1)} + 0,19956Z_{(t-3)} + 0,13671 Z_{(t-5)} + \\ 0,13924Z_{(t-6)} - 0,24438Z_{(t-8)} + a_t$$

Model ini mengatakan bahwa data inflasi dipengaruhi konstanta, data 1, 3, 5, 6, dan 8 bulan sebelumnya.

- c. Model terbaik Perubahan Struktur untuk data Inflasi adalah :

Perubahan Struktur (3;0,[1,3],[1,3,5,6,8])

Segmen 1 yaitu pada saat $T \leq 89$

$$Z_t = 0,717 + a_{t,1}$$

Segmen 2 yaitu pada saat $89 < T < 110$

$$Z_t = 0,941Z_{(t-1),2} + 1,01 Z_{(t-1),2} + a_{t,2}$$

Segmen 3 yaitu pada saat $T \geq 110$

$$Z_t = 0,378 Z_{(t-1),3} + 0,158 Z_{(t-3),3} + 0,225 Z_{(t-5),3} + \\ + 0,176 Z_{(t-6),3} - 0,228 Z_{(t-8),3} + a_{t,3}$$

Pembagian segmen untuk Bulan Mei 1990 dan Juli 1991 yang terjadi kejadian khusus berupa kenaikan BBM (Tabel 2.2) menjadi 1 segmen pada segmen pertama. Segmen kedua memuat kejadian khusus krisis moneter pada tahun 1997, sedangkan kejadian khusus lainnya berkumpul pada segmen ketiga.

- d. Pembandingan model ARIMA, SETAR dan Perubahan Struktur data inflasi Surabaya didasarkan pada nilai MSE dan AIC. Untuk ramalan *in sample*, model SETAR memberikan estimasi paling baik dengan nilai MSE 1,329 dan AIC 1,20045. Demikian pula pada ramalan *out sample*, estimasi model SETAR (2,0,[1,4,5,6,8,10,12]) memberikan nilai MSE dan RMSE minimum baik untuk ramalan 5 tahap, 10 tahap, 15 tahap maupun 20 tahap ke depan.

5.2. Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan dalam tesis ini antara lain:

1. Melakukan uji deteksi *Outlier* pada model ARIMA sebagai input model Perubahan Struktur serta menambahkan uji ARCH dan GARCH pada residual untuk mendapatkan model yang memenuhi asumsi *white noise* pada residual model.
2. Untuk memperdalam kajian penelitian, pada kajian simulasi disarankan menggunakan model SETAR dan Perubahan Struktur ber-order lebih dari satu.
3. Untuk melihat keandalan model SETAR dan Perubahan Struktur maka model-model tersebut perlu dibandingkan dengan model-model data deret waktu nonlinier lainnya.